

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

10/501512

(43) 国際公開日
2003年7月24日 (24.07.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/060584 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 6/43
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00289
- (22) 国際出願日: 2003年1月15日 (15.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-6237 2002年1月15日 (15.01.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 小宮 健雄

(KOMIYA, Takeo) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 佐々木 隆 (SASAKI, Takashi) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 藤村 康 (FUJIMURA, Yasushi) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 勝山 造 (KATSUYAMA, Tsukuru) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 山林 直之 (YAMABAYASHI, Naoyuki) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP).

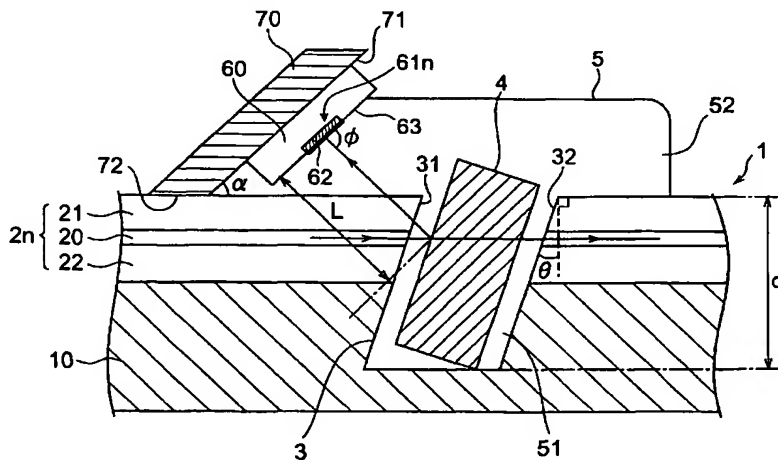
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CA, CN, JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL WAVEGUIDE MODULE

(54) 発明の名称: 光導波路モジュール



(57) Abstract: A reflection filter (4) is installed on the inner side of a slant groove (3) formed so as to cross an optical waveguide (2_n) in a flat waveguide type optical circuit (1). Light reflected off the reflection filter (4) is detected by the optical detector (61_n) of an optical detector array (60) to monitor the light intensity of a signal light. A sub-mount substrate (70) is installed on the upper surface side of the optical circuit (1) in association with the optical detector (61_n), and the optical detector array (60) is held by an optical detector mounting surface (71) tilted at an angle α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) with respect to the top surface of the optical circuit (1) so that reflection light from the reflection filter (4) is incident onto the light incident surface (63) of the optical detector (61_n) of the optical detector array (60) at a specified angle Φ . Whereby, it is possible to implement an optical waveguide module capable of monitoring a light intensity correctly regardless of the polarization condition of a signal light.

[続葉有]

WO 03/060584 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

平面導波路型光回路1において、光導波路 2_n を横切るように形成された斜めの溝3の内側に反射フィルタ4を設置する。そして、反射フィルタ4からの反射光を光検出器アレイ60の光検出器 61_n で検出して、信号光の光強度をモニタする。また、光検出器 61_n について、光回路1の上面側にサブマウント基板70を設置し、光回路1の上面に対して角度 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) で斜めとなっている光検出器載置面71によって光検出器アレイ60を保持して、反射フィルタ4からの反射光が、光検出器アレイ60の光検出器 61_n の光入射面63に対して所定角度 ϕ で入射する構成とする。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能な光導波路モジュールが実現される。

明細書

光導波路モジュール

技術分野

本発明は、基板上に設けられた光導波路を有する光導波路モジュールに関するものである。

背景技術

光ファイバまたは平面光導波路などの光導波路を用いた光回路においては、各光導波路を伝送される信号光の光強度を一定に保つなど、信号光の光強度を好適な値に制御することが望ましい場合がある。このような場合、信号光の光強度を光回路中でモニタし、あるいはさらに、モニタした結果に基づいて光強度を制御することが行われている。

発明の開示

上記した信号光の光強度のモニタには、従来、光導波路上に光カプラを設けて信号光の一部を分岐する方法が用いられている。この方法では、光導波路上の所定の位置に光カプラを設けて信号光を数%程度分岐し、分岐した光の光強度を光検出器でモニタすることによって、その光導波路を伝送されている信号光の光強度をモニタする。

しかしながら、このように光カプラを用いた場合、光回路を構成する光学部品の点数が増加する上、それらを融着接続する必要があるため、光回路の構成及び製造工程が複雑化するという問題がある。

これに対して、光カプラを用いることなく、信号光の一部を反射によって取り出して光強度をモニタする方法が提案されている。このようなモニタ方法では、例えば、平面導波路型光回路での光導波路上の所定位置において、光導波路を伝送されている信号光の一部が、光軸に対して所定の角度だけ傾いた方向へとモニタ用の反射光として反射される。そして、その反射光を光導波路が形成されている基板上に設置された光検出器で検出することによって、信号光をモニタする。

しかしながら、このような信号光のモニタ方法では、基板上に設置された光検出器の光入射面に対して、傾いた角度で反射光が入射される。このとき、光入射面を透過する光の偏波依存性により、光検出器での反射光の受光感度が信号光の偏波状態によって変化してしまうという問題を生じる。この場合、光導波路を伝送されている信号光の偏波状態が特定されなければ、信号光の光強度を正しくモニタすることができない。

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能な光導波路モジュールを提供することを目的とする。

このような目的を達成するために、本発明による光導波路モジュールは、(1) 基板、及び基板上に設けられた光導波路を含んで構成され、光導波路の所定部位を横切るように、光導波路の光軸に直交する垂直軸に対して所定の傾き角度 θ ($0^\circ < \theta$) で斜めに形成された溝を有する光回路と、(2) 光回路の溝の内側に光導波路を伝送される信号光が通過する部位を含んで設置され、信号光の一部を所定の反射率によって反射する反射フィルタと、(3) 反射フィルタによって信号光が反射された反射光を検出する光検出器とを備え、(4) 光検出器は、その光入射面に対して反射光が所定角度で入射するように設置されていることを特徴とする。

上記した光導波路モジュールにおいては、光カプラによって光導波路を分岐するのではなく、光導波路上に設けられた斜めの溝に設置した反射フィルタによって信号光の一部を反射させ、その反射光によって信号光の光強度をモニタすることが可能な構成としている。これにより、光回路の構成及び製造工程が簡単化される。

また、反射フィルタからの反射光が、光検出器の光入射面に対して所定角度で入射する構成としている。このとき、光入射面を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定

とすることができる。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能となる。

なお、光検出器の光入射面に対する反射光の入射角度については、例えば光入射面に対して略直交する角度、または、 90° を含む所定の角度範囲内にある角度など、光入射面を透過する光の偏波依存性が十分に低減される角度に設定することが好ましい。また、光回路に設けられる光導波路としては、例えば、基板上に形成された平面導波路型の光導波路、または、基板上に固定された光ファイバなどを用いることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、光導波路モジュールの第 1 実施形態の構成を示す平面図である。

図 2 は、図 1 に示した光導波路モジュールの光軸に沿った断面構造を一部拡大して示す断面図である。

図 3 は、光導波路モジュールの構成の一例を示す断面図である。

図 4 A～図 4 C は、光検出器での受光感度の偏波依存性を示すグラフである。

図 5 A～図 5 C は、光検出器での受光感度の偏波依存性を示すグラフである。

図 6 A～図 6 C は、光入射面での光の透過率の AR コートの膜厚による変化を示すグラフである。

図 7 A～図 7 C は、光入射面での光の透過率の偏波依存性の AR コートの膜厚による変化を示すグラフである。

図 8 は、光導波路モジュールの構成の他の例を示す断面図である。

図 9 は、光導波路モジュールの第 2 実施形態の構成を示す平面図である。

図 10 は、図 9 に示した光導波路モジュールの光軸に沿った断面構造を一部拡大して示す断面図である。

図 11 は、光導波路モジュールの第 3 実施形態の構成を示す平面図である。

図 12 は、図 11 に示した光導波路モジュールの光軸に沿った断面構造を一部拡大して示す断面図である。

図 1 3 は、光導波路モジュールの第 4 実施形態の光軸に沿った断面構造を一部拡大して示す断面図である。

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、図 1 3 に示した光導波路モジュールにおけるサブマウント基板及び光検出器アレイの構成を示す (A) 下流側からみた側面図、及び (B) 上面図である。

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、光導波路として (A) 平面導波路型の光導波路、及び (B) 光ファイバ、を用いた場合における光回路の光軸に垂直な断面構造を示す断面図である。

図 1 6 は、光導波路モジュールの他の実施形態の光軸に沿った断面構造を一部拡大して示す断面図である。

図 1 7 A 及び図 1 7 B は、光検出器アレイの第 1 の構成例を示す (A) 上面図及び (B) 側面断面図である。

図 1 8 A 及び図 1 8 B は、光検出器アレイの第 2 の構成例を示す (A) 上面図及び (B) 側面断面図である。

図 1 9 A 及び図 1 9 B は、光検出器アレイの第 3 の構成例を示す (A) 上面図及び (B) 側面断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面とともに本発明による光導波路モジュールの好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

図 1 は、本発明による光導波路モジュールの第 1 実施形態の構成を示す平面図である。この光導波路モジュールは、基板 1 0、及び基板 1 0 上に設けられた 8 本 (8 チャンネル) の光導波路 $2_1 \sim 2_8$ を有して構成される光回路 1 を備えている。本実施形態においては、光導波路 $2_1 \sim 2_8$ として、基板 1 0 上に形成された平面導波路型の光導波路が用いられている。

光導波路 $2_1 \sim 2_8$ のそれぞれは、所定の光伝送方向（図 1 中の矢印の方向）に沿って、平面導波路型光回路 1 の入力端 1 1 から出力端 1 2 に向かって、互いに平行かつ等間隔に形成されている。また、平面導波路型光回路 1 の光伝送方向に対する所定部位に、光導波路 $2_1 \sim 2_8$ を横切る溝 3 が設けられている。

5 この溝 3 には、その内側に、各光導波路 $2_1 \sim 2_8$ を伝送される信号光の一部を所定の反射率によって反射するための反射フィルタ 4 が設置されている。本実施形態においては、溝 3 の内側は、充填樹脂 5 によって封止されている。また、溝 3 よりも上流側の位置で平面導波路型光回路 1 の上面側には、サブマウント基板 7 0 と、光検出器アレイ 6 0 とが設置されている。この光検出器アレイ 6 0 は、
10 平面導波路型光回路 1 での 8 本の光導波路 $2_1 \sim 2_8$ にそれぞれ対応した 8 個の光検出器 $6 1_1 \sim 6 1_8$ を有している。

 なお、図 1 においては、光検出器 $6 1_1 \sim 6 1_8$ について、それぞれの受光面の形状を点線で図示している。また、サブマウント基板 7 0 については、光検出器アレイ 6 0 及び光検出器 $6 1_1 \sim 6 1_8$ 等の構成を示すため、その設置位置のみを
15 一点鎖線で図示している。また、平面導波路型光回路 1 とサブマウント基板 7 0、あるいは、サブマウント基板 7 0 と光検出器アレイ 6 0 とは、例えば半田によって固定される。

 図 2 は、図 1 に示した光導波路モジュールの断面構造を、光導波路 2_n ($n = 1 \sim 8$) の光軸方向（平面導波路型光回路 1 の光伝送方向）に沿って示す断面図
20 である。なお、この図 2 においては、溝 3、反射フィルタ 4、及び光検出器アレイ 6 0 を含む部分を拡大して示してある。

 平面導波路型光回路 1 における光導波路 2_n は、図 2 に示すように、下部クラッド 2 2、コア 2 0、及び上部クラッド 2 1 が基板 1 0 上に形成されることによって構成されている。この光導波路 2_n に対して、光導波路 2_n を所定部位で横切る溝 3 は、コア 2 0 に相当し、光導波路 2_n を伝送される信号光が通過する部位
25 を少なくとも含む深さ d で、光導波路 2_n の光軸に直交（基板 1 0 に直交）する

垂直軸に対して、所定の傾き角度 θ ($0^\circ < \theta$) で斜めに形成されている。本実施形態においては、溝 3 の深さ d は下部クラッド 2 2 までの光導波路 2_n の厚さよりも大きく設定されている。

溝 3 の内側には、反射フィルタ 4 が挿入されている。反射フィルタ 4 は、光軸
5 に対して溝 3 と略同一の角度 θ で、光導波路 2_n を伝送される信号光が通過する部位を少なくとも含むように設置されている。この反射フィルタ 4 は、好ましくは誘電体多層膜フィルタからなり、光導波路 2_n を伝送される所定波長（所定の波長帯域内）の信号光の一部が、一定の反射率で反射されるように構成されている。

10 平面導波路型光回路 1 の上部クラッド 2 1 の上面側には、サブマウント基板 7 0 が設置されている。このサブマウント基板 7 0 は、光検出器アレイ 6 0 を載置するための載置部材であり、その一方の面が、各光導波路 2_n にそれぞれ対応した光検出器 6 1_n ($n = 1 \sim 8$) を有する光検出器アレイ 6 0 を載置する光検出器載置面 7 1 となっている。光検出器アレイ 6 0 は、光導波路 2_n を伝送される
15 信号光の一部が反射フィルタ 4 で反射された反射光がそれぞれ対応する光検出器 6 1_n の受光部 6 2 へと入射されるように、光検出器載置面 7 1 上に配置されている。

サブマウント基板 7 0 は、光検出器載置面 7 1 と隣接する面である基板固定面 7 2 を介して、平面導波路型光回路 1 の上面に固定されている。また、基板固定
20 面 7 2 は、光検出器載置面 7 1 に対して 90° より大きい角度をなすように形成されている。これにより、光検出器載置面 7 1 は、平面導波路型光回路 1 の上面に対して、角度 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) で斜めとなっている。この角度 α は、反射フィルタ 4 からの反射光の光路を参照して設定される。

図 2 に示した構成例では、光検出器アレイ 6 0 の光検出器 6 1_n として表面入
25 射型のフォトダイオードが用いられており、サブマウント基板 7 0 とは反対側で光検出器 6 1_n の受光部 6 2 が設けられている光検出器アレイ 6 0 の表面が、反

射フィルタ 4 からの反射光に対する光入射面 6 3 となっている。

光検出器載置面 7 1 と平面導波路型光回路 1 の上面とがなす角度 α は、図 2 に示すように、反射フィルタ 4 からの反射光が光検出器 6 1_n の光入射面 6 3 に対して所定角度（図 2 中に示す角度 ϕ ）で入射されるように設定されている。このとき、光検出器アレイ 6 0 の光入射面 6 3 と平面導波路型光回路 1 の上面とがなす角度は、上記した角度 α となっている。

また、光検出器 6 1_n の光入射面 6 3 には、光導波路 2_n を伝送されている信号光の波長帯域に対応する所定の波長帯域内にある光の反射を防止するコート膜である反射防止コート（AR コート）が設けられている。

反射フィルタ 4 を含む溝 3 の内側は、充填樹脂 5 によって封止されている。本実施形態における充填樹脂 5 は、溝 3 の内側を封止している内部充填樹脂部 5 1 と、溝 3 の上部を含む平面導波路型光回路 1 の上面側の所定範囲を封止している上部充填樹脂部 5 2 とからなる。これらの内部充填樹脂部 5 1 及び上部充填樹脂部 5 2 は、同一の樹脂材料を用いて一体に形成されている。

以上の構成において、光導波路 2_n を伝送されてきた信号光が、上流側端面 3 1 を介して溝 3 内の内部充填樹脂部 5 1 へと出射されると、信号光の一部が光軸に対して斜めの反射フィルタ 4 によって、所定の反射率で平面導波路型光回路 1 の斜め上方へと反射される。また、それ以外の信号光成分は、内部充填樹脂部 5 1 及び反射フィルタ 4 を透過して、下流側端面 3 2 を介して再び光導波路 2_n へと入射される。

一方、反射フィルタ 4 によって反射された反射光は、内部充填樹脂部 5 1、光導波路 2_n、及び上部充填樹脂部 5 2 を介して光検出器アレイ 6 0 に到達し、光入射面 6 3 から光検出器 6 1_n へと所定の入射角度 ϕ で入射される。そして、光検出器 6 1_n の受光部 6 2 で検出された反射光の光強度から、光導波路 2_n を伝送されている信号光の光強度がモニタされる。

本実施形態の光導波路モジュールの効果について説明する。

図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールにおいては、光カップラによって光導波路を分岐するのではなく、光導波路 2_n 上に設けられた斜めの溝 3 に設置した反射フィルタ 4 によって信号光の一部を反射させ、その反射光によって信号光の光強度をモニタすることが可能な構成としている。これにより、光回路の構成及び製造工程が簡単化される。

また、反射フィルタ 4 からの反射光が、光検出器アレイ 60 の光検出器 61_n の光入射面 63 に対して所定角度で入射する構成としている。このとき、光入射面 63 を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器 61_n での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定とすることができる。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能となる。

ここで、光検出器 61_n の光入射面 63 に対する反射光の入射角度 ϕ については、光入射面 63 を透過する光の偏波依存性が十分に低減される角度に設定する必要がある。具体的には、例えば、光入射面 63 に対して略直交する角度に設定することが好ましい。あるいは、 90° を含む所定の角度範囲内にある角度に設定することが好ましい。なお、光検出器アレイの光検出器としては、裏面入射型のものを用いても良い。この場合、光検出器の受光部は光入射面とは反対側の面に設けられる。

また、図 1 に示した光導波路モジュールにおいては、光検出器 61_n の光入射面 63 に対して反射光を所定角度で入射させる構成として、平面導波路型光回路 1 の上面側に載置部材であるサブマウント基板 70 を設置し、平面導波路型光回路 1 の上面に対して角度 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) で斜めとなっている光検出器載置面 71 によって光検出器 61_n を含む光検出器アレイ 60 を保持する構成を用いている。

このような載置部材を用いることにより、平面導波路型光回路 1 に対して一定の角度で傾いて出射される反射光の光路と、光検出器 61_n の光入射面 63 とが上記した所定角度をなすように、平面導波路型光回路 1 の上面に対して傾いた状

態で光検出器 6 1_nを含む光検出器アレイ 6 0を設置することができる。

また、本光導波路モジュールでは、平面導波路型光回路 1 での光導波路 2_n、及び対応する光検出器アレイ 6 0 での光検出器 6 1_nが複数チャンネル設けられている。このような構成において、隣接するチャンネル間でのクロストークが問題となる場合には、平面導波路型光回路 1 における隣接する光導波路 2_n間の間隔を P (図 1 参照)、反射フィルタ 4 から光検出器アレイ 6 0 の光入射面 6 3 までの光路長を L (図 2 参照) としたときに、条件 $L/P < 4$ を満たすように間隔 P 及び光路長 L を設定することが好ましい。あるいはさらに、条件 $L/P < 2$ を満たすように間隔 P 及び光路長 L を設定することが好ましい。このような構成によれば、隣接するチャンネル間でのクロストークを低減することができる。上記条件 $L/P < 4$ を満たす構成例としては、光導波路間隔を $P = 250 \mu\text{m}$ 、反射光の光路長を $L = 500 \mu\text{m}$ とする構成がある。

なお、基板上に光導波路が設けられるとともに、反射フィルタを挿入するための溝が形成される光回路としては、図 1 及び図 2 においては平面導波路型の光導波路 2_nを用いた平面導波路型光回路 1 を示したが、これ以外の構成を有する光回路を用いても良い。例えば、基板上に光導波路である光ファイバを固定して構成される光回路、あるいは平面導波路型の光導波路と光ファイバとを併用して構成される光回路などを用いることができる。

図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールの構成及び効果について、さらに具体的に説明する。

図 3 は、光導波路モジュールの構成の一例を示す断面図である。この構成例では、平面導波路型光回路の上面側に設置されたサブマウント基板上に、光回路に対して平行に光検出器を配置している。このような構成では、光検出器の光入射面に対して反射フィルタからの反射光が入射する角度 ϕ は、図 3 に示すように、 90° から大きくずれて傾いた角度となる。このとき、光入射面を透過する光の透過特性において、入射角度 ϕ による偏波依存性が生じる。

すなわち、光入射面への入射角度 ϕ が 90° から大きくずれることにより、光入射面を透過する光のうちの偏波状態が異なる光成分であるs波とp波とで、光入射面での透過率が異なる値となる。そして、この透過率の偏波依存性により、反射フィルタからの反射光に対する光検出器での受光感度が光の偏波状態によって変化する。

図4A～図4C、及び図5A～図5Cは、光検出器での受光感度の偏波依存性を示すグラフである。これらの図4A～図4C及び図5A～図5Cのグラフにおいて、横軸は入射する光の波長(μm)、縦軸は光検出器でのs波またはp波に対する受光感度(dB)を示している。また、各グラフにおいて、実線はs波に対する受光感度を、また、破線はp波に対する受光感度を示している。

ここでは、光検出器の光入射面にSiON膜からなるARコートを設けた構成を想定し、ARコートの膜厚 t 及び屈折率 n を変えたときの偏波受光感度の変化についてシミュレーションを行っている。また、光検出器の光入射面への光の入射角度は、 15° に設定している。

なお、光検出器の屈折率は、通常、光導波路などの屈折率から大きく異なる。これに対して、必要に応じてARコートを設けておけば、光検出器へと反射光が入射されるときに生じる余分な反射が抑制され、それによって生じる偏波依存性を抑制することができる。

図4A～図4Cに示すグラフは、ARコートの膜厚 t を変えたときの偏波受光感度の変化を示している。また、屈折率 n については、 $n=1.80$ で一定としている。

図4Aは、波長 $1.53\mu\text{m}\sim 1.63\mu\text{m}$ の光に対する受光感度の偏波依存性が最小になる最適条件として、ARコートの膜厚を $t=270\text{nm}$ 、屈折率を $n=1.80$ としたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。この最適条件では、受光感度の偏波依存性は上記の波長帯域にわたって比較的小さくなっている。

これに対して、図4Bは、膜厚 t を最適条件よりも15nm小さい255nmとしたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。また、図4Cは、膜厚 t を最適条件よりも15nm大きい285nmとしたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。このように、ARコートの膜厚 t を最適条件からずらすことにより、受光感度の偏波依存性が大きくなっていることがわかる。

図5A～図5Cに示すグラフは、ARコートの屈折率 n を変えたときの偏波受光感度の変化を示している。また、膜厚 t については、 $t=270$ nmで一定としている。

図5Aは、図4Aと同様に、波長 $1.53\mu\text{m}\sim 1.63\mu\text{m}$ の光に対する受光感度の偏波依存性が最小になる最適条件として、ARコートの膜厚を $t=270$ nm、屈折率を $n=1.80$ としたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。この最適条件では、受光感度の偏波依存性は上記の波長帯域にわたって比較的小さくなっている。

これに対して、図5Bは、屈折率 n を最適条件よりも0.05小さい1.75としたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。また、図5Cは、屈折率 n を最適条件よりも0.05大きい1.85としたときの偏波受光感度の波長依存性を示すグラフである。このように、ARコートの屈折率 n を最適条件からずらすことにより、膜厚 t の場合と同様に、受光感度の偏波依存性が大きくなっていることがわかる。

以上の図4A～図4C、及び図5A～図5Cの各グラフに示したように、光検出器の光入射面への入射角度が 90° から大きくずれた構成では、ARコートの膜厚 t や屈折率 n の最適条件からのずれなどによって光入射面を透過する光の偏波依存性が急激に大きくなり、光検出器での受光感度の偏波依存性が増大する。そして、このように光検出器での受光感度の偏波依存性が大きくなり、また、ARコートの膜厚 t や屈折率 n などの各条件に対して受光感度が不安定になると、光導波路を伝送されている信号光の光強度と、光検出器で検出される反射光の光

強度との相関が信号光の偏波状態によって変化してしまい、信号光の光強度を正しくモニタすることができないこととなる。

これに対して、図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールにおいては、平面導波路型光回路の上面側に配置される光検出器アレイ 6 0 を、光回路 1 に対して平行にそのまま設置するのではなく、反射フィルタ 4 からの反射光が光検出器 6 1_nの光入射面 6 3 に対して所定角度で入射するように設置している。これにより、光入射面 6 3 を透過する光の偏波依存性が小さくなり、光検出器 6 1_nでの反射光の受光感度の偏波依存性を低減することができる。

図 6 A～図 6 C は、光入射面での光の透過率の AR コートの膜厚による変化を示すグラフである。図 6 A～図 6 C のグラフにおいて、横軸は AR コートの膜厚 (μm)、縦軸は光入射面での光の透過率 (dB) を示している。

図 6 A～図 6 C に示すグラフは、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光を光入射面に対して角度 90° で入射したときの光の透過率の膜厚による変化を示している。ここでは、平面導波路型光回路と光検出器との間の充填樹脂の屈折率を 1.52 としている。また、AR コートの屈折率 n については、それぞれ (A) $n=1.70$ 、(B) $n=1.80$ 、(C) $n=1.90$ としている。

これらのグラフに示すように、各グラフにおいて AR コートの膜厚に依存して光の透過率が変化するものの、光の入射角度を 90° とした構成では、s 波と p 波とに対する光の透過率は一致する。すなわち、光検出器での受光感度の偏波依存性は原理的に発生しない。したがって、受光感度の偏波依存性を低減するためには、光検出器への光の入射角度を略直交する角度、または、 90° を含む所定の角度範囲内にある所定角度に設定することが好ましい。

ここで、光検出器への光の入射角度 ϕ を 90° にした場合、光入射面からの反射戻り光が問題となる場合がある。この場合には、反射戻り光が十分に低減され、かつ、光の透過率の偏波依存性が無視できる角度範囲で光検出器への入射角度を設定することが好ましい。

図 7 A～図 7 C は、光入射面での光の透過率の偏波依存性の AR コートの膜厚による変化を示すグラフである。図 7 A～図 7 C のグラフにおいて、横軸は AR コートの膜厚 (μm)、縦軸は光の透過率の偏波依存性である s 波と p 波との透過率の差 (dB) を示している。

- 5 図 7 A～図 7 C に示すグラフは、波長 $1.55\mu\text{m}$ の光を光入射面に対して角度 80° で入射したときの偏波依存性の膜厚による変化を示している。ここで、AR コートの屈折率 n については、それぞれ (A) $n=1.75$ 、(B) $n=1.80$ 、(C) $n=1.85$ としている。

- 10 これらのグラフに示すように、入射角度を 80° とした場合には、 90° から若干ずれた角度となっているものの、AR コートの膜厚 t 及び屈折率 n にかかわらず、光の透過率の偏波依存性及びその変化は小さい。このことより、反射戻り光が十分に低減され、かつ、光の透過率の偏波依存性が無視できる角度範囲での光検出器への入射角度としては、 80° またはその前後の角度が好適である。ただし、反射戻り光が問題にならない場合には、 90° 前後の入射角度としても良い。
- 15 あるいは、 $80^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で入射角度を適宜設定しても良い。

- なお、図 1 に示した光導波路モジュールの構成においては、光導波路 2_n を伝送されている信号光の一部を光検出器 6_{1n} へと反射する反射フィルタ 4 としては、各直交偏波間での反射率の差が補償されて、各偏波状態の信号光成分がほぼ等しい反射率で反射される反射フィルタを用いることが好ましい。これにより、
- 20 反射フィルタによる信号光の反射率が、光導波路 2_n を伝送されている信号光の偏波状態によらず略一定となる。このような各偏波状態の信号光成分に対する反射率の設定は、例えば、誘電体多層膜フィルタを構成する各層の誘電体材料やその組み合わせ、各層の膜厚等によって行われる。

- また、図 1 に示した光導波路モジュールでは、溝 3 の内側及び上側の所定範囲
- 25 を充填樹脂 5 で封止することによって、反射フィルタ 4 と光検出器アレイ 6_0 との間の空間に樹脂を充填している。これにより、溝 3 の端面や反射フィルタ 4、

光検出器アレイ 60 の光入射面 63 などが外気に触れることがなく、端面等の汚染による長期的な安定性の劣化が防止される。

このとき、充填樹脂 5 として光導波路 2_n のコアと略同一の屈折率を有する樹脂材料を用いれば、光導波路 2_n 及び充填樹脂 5 の界面等における余分な反射が抑制される。ただし、このような充填樹脂 5 については、不要であれば設けない構成としても良く、あるいは、溝 3 の内側のみに樹脂を充填する構成としても良い。

また、光検出器の光入射面に対して反射フィルタからの反射光を所定角度で入射させる構成としては、図 8 に示すように、サブマウント基板上で光検出器を傾けて設置する構成を用いても良い。ただし、反射フィルタと光検出器との間の距離の点から考えると、図 2 に示すような構造を有するサブマウント基板 70 を用いる構成とすることが好ましい。

すなわち、図 8 に示すようにサブマウント基板上で光検出器を傾けて設置する構成では、反射フィルタにおける信号光の反射位置と、光検出器での反射光の検出位置との間の距離が長くなる。この場合、反射フィルタから光検出器までの間の反射光の広がりが大きくなり、光検出器による反射光の受光感度や隣接するチャンネル間でのクロストークなどの検出特性が劣化する。

例えば、サブマウント基板の厚みを $a = 125 \mu\text{m}$ (図 8 参照)、平面導波路型光回路でのコア中心から上面までの厚み (上部クラッドの厚み) を $b = 30 \mu\text{m}$ 、反射フィルタの傾き角度を $\theta = 15^\circ$ とする。このとき、図 3 のように光検出器を平行に配置した場合には、反射位置・検出位置間の距離は $710 \mu\text{m}$ となる。一方、図 8 のように光検出器を傾けて配置した場合には、反射位置・検出位置間の距離は $1310 \mu\text{m}$ と平行配置の場合に比べて長くなり、光検出器による反射光の検出特性が劣化する。具体的には、図 8 に示した構成では、光検出器による反射光の受光感度は、約 10 dB 劣化する。また、隣接するチャンネル間でのクロストークは、約 3 dB 劣化する。

これに対して、図2のようにサブマウント基板70を用いて光検出器アレイ60を傾けて配置した構成によれば、同様の条件において、反射位置・検出位置間の距離は610 μ mとなり、サブマウント基板上に平行に配置した場合よりも距離が短くなる。したがって、受光感度の偏波依存性の低減に加えて、受光感度やクロストークなどの反射光の検出特性も向上される。ただし、反射位置・検出位置間の距離による検出特性の劣化が問題にならない程度であれば、図8に示したような構成を用いても良い。

図9は、光導波路モジュールの第2実施形態の構成を示す平面図である。この光導波路モジュールは、第1実施形態と同様に、基板10、及び基板10上に形成された平面導波路型の8本の光導波路2₁～2₈を有して構成される平面導波路型光回路1を備えている。

光導波路2₁～2₈のそれぞれは、所定の光伝送方向（図9中の矢印の方向）に沿って、平面導波路型光回路1の入力端11から出力端12に向かって、互いに平行かつ等間隔に形成されている。また、平面導波路型光回路1の光伝送方向に対する所定部位に、光導波路2₁～2₈を横切る溝3が設けられている。

この溝3には、その内側に、各光導波路2₁～2₈を伝送される信号光の一部を所定の反射率によって反射するための反射フィルタ4が設置されている。本実施形態においては、溝3の内側は、充填樹脂5によって封止されている。また、溝3よりも上流側の位置で平面導波路型光回路1の上面側には、サブマウント基板75が設置されるとともに、充填樹脂5及びサブマウント基板75の上方には、光検出器アレイ65が設置されている。この光検出器アレイ65は、平面導波路型光回路1での8本の光導波路2₁～2₈にそれぞれ対応した8個の光検出器66₁～66₈を有している。

なお、図9においては、光検出器66₁～66₈について、それぞれの受光面の形状を点線で図示している。また、サブマウント基板75の上面には、図9中に模式的に示されているように、光検出器66₁～66₈からの光検出信号を読み出

すための配線や電極等が形成されている。

図 10 は、図 9 に示した光導波路モジュールの断面構造を、光導波路 2_n ($n = 1 \sim 8$) の光軸方向に沿って示す断面図である。なお、この図 10 においては、溝 3、反射フィルタ 4、及び光検出器アレイ 65 を含む部分を拡大して示して
5 ある。また、図 10 に示した構成のうち、下部クラッド 22、コア 20、上部クラッド 21 からなる光導波路 2_n を含む平面導波路型光回路 1、溝 3、反射フィルタ 4、及び充填樹脂 5 については、図 2 に示した構成と同様である。

平面導波路型光回路 1 の上部クラッド 21 の上面側には、サブマウント基板 7
5 が設置されている。このサブマウント基板 75 は、光検出器アレイ 65 を載置
10 するための載置部材であり、その一方の面が、各光導波路 2_n にそれぞれ対応した光検出器 66_n ($n = 1 \sim 8$) を有する光検出器アレイ 65 を載置する光検出器載置面 76 となっている。光検出器アレイ 65 は、光導波路 2_n を伝送される信号光の一部が反射フィルタ 4 で反射された反射光がそれぞれ対応する光検出器
15 66_n の受光部 67 へと入射されるように、光検出器載置面 76 及び上部充填樹脂部 52 の上面上に配置されている。

サブマウント基板 75 は、光検出器載置面 76 と対向する面を介して、平面導
波路型光回路 1 の上面に光回路 1 に対して平行に固定されている。これにより、
光検出器載置面 76 上に載置されている光検出器アレイ 65 は、サブマウント基
板 75 と同様に光回路 1 に対して平行に配置される構成となっている。

図 10 に示した構成例では、光検出器アレイ 65 の光検出器 66_n として裏面
20 入射型のフォトダイオードが用いられており、サブマウント基板 75 及び上部充填樹脂部 52 側で、光検出器 66_n の受光部 67 が設けられている表面に対向する光検出器アレイ 65 の裏面が、反射フィルタ 4 からの反射光に対する光入射面
68 となっている。

また、光検出器 66_n の光入射面 68 には、光導波路 2_n を伝送されている信号
25 光の波長帯域に対応する所定の波長帯域内にある光の反射を防止するコート膜で

ある反射防止コート（ARコート）が設けられている。

また、サブマウント基板 7 5 の光検出器載置面 7 6 と隣接する下流側側面は、平面導波路型光回路 1 の上面に対して所定角度で斜めに形成されるとともに、その面上に反射ミラー 7 7 が設けられている。この反射ミラー 7 7 は、反射フィルタ 4 からの反射光の光路を、光検出器 6 6_n の光入射面 6 8 に対して所定角度で入射される光路へと変更する光路変更手段である。

以上の構成において、光導波路 2_n を伝送されてきた信号光が、上流側端面 3 1 を介して溝 3 内の内部充填樹脂部 5 1 へと出射されると、信号光の一部が光軸に対して斜めの反射フィルタ 4 によって、所定の反射率で平面導波路型光回路 1 の斜め上方へと反射される。また、それ以外の信号光成分は、内部充填樹脂部 5 1 及び反射フィルタ 4 を透過して、下流側端面 3 2 を介して再び光導波路 2_n へと入射される。

一方、反射フィルタ 4 によって反射された反射光は、内部充填樹脂部 5 1、光導波路 2_n、及び上部充填樹脂部 5 2 を通過した後、サブマウント基板 7 5 の面上に形成された反射ミラー 7 7 で反射されることによって光路が変更される。反射ミラー 7 7 で光路が変更された反射光は、上部充填樹脂部 5 2 を介して光検出器アレイ 6 5 に到達し、光入射面 6 8 から光検出器 6 6_n へと所定の入射角度 ϕ で入射される。そして、光検出器 6 6_n の受光部 6 7 で検出された反射光の光強度から、光導波路 2_n を伝送されている信号光の光強度がモニタされる。

本実施形態の光導波路モジュールの効果について説明する。

図 9 及び図 1 0 に示した光導波路モジュールにおいては、図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールと同様に、光カプラによって光導波路を分岐するのではなく、光導波路 2_n 上に設けられた斜めの溝 3 に設置した反射フィルタ 4 によって信号光の一部を反射させ、その反射光によって信号光の光強度をモニタすることが可能な構成としている。これにより、光回路の構成及び製造工程が簡単化される。

また、反射フィルタ 4 からの反射光が、光検出器アレイ 6 5 の光検出器 6 6_n の光入射面 6 8 に対して所定角度で入射する構成としている。このとき、光入射面 6 8 を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器 6 6_n での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定とすることができる。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能となる。なお、光検出器 6 6_n の光入射面 6 8 に対する反射光の入射角度 ϕ の設定については、第 1 実施形態に関して上述した通りである。また、光検出器アレイの光検出器としては、表面入射型のものを用いても良い。

また、図 9 に示した光導波路モジュールにおいては、光検出器 6 6_n の光入射面 6 8 に対して反射光を所定角度で入射させる構成として、サブマウント基板 7 5 の所定の面上に光路変更手段である反射ミラー 7 7 を形成し、反射フィルタ 4 からの反射光を反射ミラー 7 7 で反射して光路を変更する構成を用いている。

このような光路変更手段を用いて反射光の光路自体を変更することにより、平面導波路型光回路 1 の上面に対して光検出器 6 6_n を含む光検出器アレイ 6 5 を傾けて設置することなく、反射光の光路と、光検出器 6 6_n の光入射面 6 8 とが所定角度をなす構成を実現することができる。

また、光路変更手段を用いる構成では、反射フィルタ 4 から光検出器 6 6_n までの距離を短縮することができる。これにより、光検出器 6 6_n での受光感度やクロストークなどの検出特性が向上される。

例えば、サブマウント基板の厚みを $a = 125 \mu\text{m}$ (図 8 参照)、平面導波路型光回路でのコア中心から上面までの厚み (上部クラッドの厚み) を $b = 30 \mu\text{m}$ 、反射フィルタの傾き角度を $\theta = 15^\circ$ とし、また、入射角度 ϕ を 90° (反射ミラー 7 7 が平面導波路型光回路 1 の上面となす角度は約 30°) とする。このとき、図 10 のように光路変更手段である反射ミラー 7 7 を設けた構成によれば、反射フィルタ 4 における信号光の反射位置と、光検出器 6 6_n での反射光の検出位置との間の距離は $430 \mu\text{m}$ となり、図 3 及び図 8 に示した構成などに比べ

て距離が短くなる。したがって、受光感度の偏波依存性の低減に加えて、受光感度やクロストークなどの反射光の検出特性も向上される。

なお、サブマウント基板 7 5 の所定の面上に設けられる反射ミラー 7 7 については、光の入射角度に応じた全反射コーティングを施した全反射ミラーであることが好ましい。この場合、光検出器 6 6_n へと入射される反射光の偏波依存性をさらに低減することができる。また、光路変更手段としては、載置部材であるサブマウント基板の面上に形成した反射ミラー以外の手段を用いても良い。

図 1 1 は、光導波路モジュールの第 3 実施形態の構成を示す平面図である。この光導波路モジュールは、第 1 実施形態と同様に、基板 1 0、及び基板 1 0 上に形成された平面導波路型の 8 本の光導波路 2₁ ~ 2₈ を有して構成される平面導波路型光回路 1 を備えている。

光導波路 2₁ ~ 2₈ のそれぞれは、所定の光伝送方向（図 1 1 中の矢印の方向）に沿って、平面導波路型光回路 1 の入力端 1 1 から出力端 1 2 に向かって、互いに平行かつ等間隔に形成されている。また、平面導波路型光回路 1 の光伝送方向に対する所定部位に、光導波路 2₁ ~ 2₈ を横切る溝 3 が設けられている。

この溝 3 には、その内側に、各光導波路 2₁ ~ 2₈ を伝送される信号光の一部を所定の反射率によって反射するための反射フィルタ 4 が設置されている。本実施形態においては、溝 3 の内側は、充填樹脂 5 によって封止されている。また、溝 3 よりも上流側の位置で平面導波路型光回路 1 の上面側には、光検出器アレイ 8 0 が設置されている。この光検出器アレイ 8 0 は、平面導波路型光回路 1 での 8 本の光導波路 2₁ ~ 2₈ にそれぞれ対応した 8 個の光検出器 8 1₁ ~ 8 1₈ を有している。

なお、図 1 1 においては、光検出器 8 1₁ ~ 8 1₈ について、それぞれの受光面の形状を点線で図示している。

図 1 2 は、図 1 1 に示した光導波路モジュールの断面構造を、光導波路 2_n（ $n = 1 \sim 8$ ）の光軸方向に沿って示す断面図である。なお、この図 1 2 において

は、溝 3、反射フィルタ 4、及び光検出器アレイ 80 を含む部分を拡大して示してある。また、図 12 に示した構成のうち、下部クラッド 22、コア 20、上部クラッド 21 からなる光導波路 2_n を含む平面導波路型光回路 1、溝 3、反射フィルタ 4、及び充填樹脂 5 については、図 2 に示した構成と同様である。

5 平面導波路型光回路 1 の上部クラッド 21 の上面側には、各光導波路 2_n にそれぞれ対応した光検出器 81_n ($n = 1 \sim 8$) を有する光検出器アレイ 80 が設置されている。光検出器アレイ 80 は、光導波路 2_n を伝送される信号光の一部が反射フィルタ 4 で反射された反射光がそれぞれ対応する光検出器 81_n の受光部 82 へと入射されるように、平面導波路型光回路 1 の上面上に配置されている

10 図 12 に示した構成例では、光検出器アレイ 80 の光検出器 81_n として裏面入射型のフォトダイオードが用いられており、平面導波路型光回路 1 とは反対側である光検出器アレイ 80 の表面に光検出器 81_n の受光部 82 が設けられている。また、光検出器アレイ 80 の下流側側面のうち、平面導波路型光回路 1 側で裏面近傍の面部分は、平面導波路型光回路 1 の上面に対して、角度 β ($0^\circ < \beta < 90^\circ$) で斜めに形成されており、この面部分が、反射フィルタ 4 からの反射光に対する光入射面 83 となっている。角度 β は、図 12 に示すように、反射フィルタ 4 からの反射光が光検出器 81_n の光入射面 83 に対して所定の角度 ϕ で入射されるように設定されている。

20 また、光検出器 81_n の光入射面 83 には、光導波路 2_n を伝送されている信号光の波長帯域に対応する所定の波長帯域内にある光の反射を防止するコート膜である反射防止コート (AR コート) が設けられている。

25 以上の構成において、光導波路 2_n を伝送されてきた信号光が、上流側端面 31 を介して溝 3 内の内部充填樹脂部 51 へと出射されると、信号光の一部が光軸に対して斜めの反射フィルタ 4 によって、所定の反射率で平面導波路型光回路 1 の斜め上方へと反射される。また、それ以外の信号光成分は、内部充填樹脂部 5

1 及び反射フィルタ 4 を透過して、下流側端面 3 2 を介して再び光導波路 2_n へと入射される。

一方、反射フィルタ 4 によって反射された反射光は、内部充填樹脂部 5 1、光導波路 2_n、及び上部充填樹脂部 5 2 を介して光検出器アレイ 8 0 に到達し、光入射面 8 3 から光検出器 8 1_n へと所定の入射角度 ϕ で入射される。そして、光検出器 8 1_n の受光部 8 2 で検出された反射光の光強度から、光導波路 2_n を伝送されている信号光の光強度がモニタされる。

本実施形態の光導波路モジュールの効果について説明する。

図 1 1 及び図 1 2 に示した光導波路モジュールにおいては、図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールと同様に、光カプラによって光導波路を分岐するのではなく、光導波路 2_n 上に設けられた斜めの溝 3 に設置した反射フィルタ 4 によって信号光の一部を反射させ、その反射光によって信号光の光強度をモニタすることが可能な構成としている。これにより、光回路の構成及び製造工程が簡単化される。

また、反射フィルタ 4 からの反射光が、光検出器アレイ 8 0 の光検出器 8 1_n の光入射面 8 3 に対して所定角度で入射する構成としている。このとき、光入射面 8 3 を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器 8 1_n での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定とすることができる。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能となる。なお、光検出器 8 1_n の光入射面 8 3 に対する反射光の入射角度 ϕ の設定については、第 1 実施形態に関して上述した通りである。

また、図 1 1 に示した光導波路モジュールにおいては、光検出器 8 1_n の光入射面 8 3 に対して反射光を所定角度で入射させる構成として、光検出器アレイ 8 0 を平面導波路型光回路 1 の上面上に設置するとともに、その光入射面 8 3 を平面導波路型光回路 1 の上面に対して角度 β ($0^\circ < \beta < 90^\circ$) で斜めとして形成する構成を用いている。

このように、光検出器 81_n の光入射面 83 を傾けた構成とすることにより、少ない部品点数で、反射光の光路と、光検出器 81_n の光入射面 83 とが所定角度をなす構成を実現することができる。また、部品点数が少なくなることにより、その製造工程が簡単化される。

- 5 また、光入射面を傾ける構成では、反射フィルタ 4 から光検出器 81_n までの距離を短縮することができる。これにより、光検出器 81_n での受光感度やクロストークなどの検出特性が向上される。

10 例えば、平面導波路型光回路でのコア中心から上面までの厚み（上部クラッドの厚み）を $b = 30 \mu\text{m}$ （図 8 参照）、光検出器アレイ 80 の厚みを $200 \mu\text{m}$ 、反射フィルタの傾き角度を $\theta = 15^\circ$ とする。このとき、図 12 のように光検出器アレイ 80 の光入射面 83 を傾けた構成によれば、反射フィルタ 4 における信号光の反射位置と、光検出器 81_n での反射光の検出位置との距離は $460 \mu\text{m}$ となり、図 3 及び図 8 に示した構成などに比べて距離が短くなる。したがって、受光感度の偏波依存性の低減に加えて、受光感度やクロストークなどの反射光の
15 検出特性も向上される。

 なお、光検出器 81_n の受光部 82 については、反射光の光路からみて光入射面 83 に対して対向する位置に設けられていることが好ましい。これにより、光入射面 83 から入射される反射フィルタ 4 からの反射光を効率良く検出することができる。

- 20 図 13 は、光導波路モジュールの第 4 実施形態の断面構造を、光導波路 2_n （ $n = 1 \sim 8$ ）の光軸方向に沿って示す断面図である。なお、この図 13 においては、溝 3 、反射フィルタ 4 、及び光検出器アレイ 85 を含む部分を拡大して示してある。また、図 13 に示した構成のうち、下部クラッド 22 、コア 20 、上部クラッド 21 からなる光導波路 2_n を含む平面導波路型光回路 1 、溝 3 、反射フィルタ 4 、及び充填樹脂 5 については、図 2 に示した構成と同様である。
25

 本実施形態による光導波路モジュールは、図 1 及び図 2 に示した第 1 実施形態

とほぼ同様の構成を有している。このため、本実施形態については、平面図の図示を省略している。具体的には、本実施形態による光導波路モジュールは、第1実施形態とはサブマウント基板の構成等が異なっている。

平面導波路型光回路1の上部クラッド21の上面側には、サブマウント基板90が設置されている。このサブマウント基板90は、光検出器アレイ85を載置するための載置部材であり、その一方の面が、各光導波路 2_n にそれぞれ対応した光検出器 86_n ($n=1\sim 8$)を有する光検出器アレイ85を載置する光検出器載置面91となっている。光検出器アレイ85は、光導波路 2_n を伝送される信号光の一部が反射フィルタ4で反射された反射光がそれぞれ対応する光検出器 86_n の受光部87へと入射されるように、光検出器載置面91上に配置されている。

サブマウント基板90は、光検出器載置面91と隣接する下面である基板固定面92を介して、平面導波路型光回路1の上面に固定されている。また、基板固定面92は、光検出器載置面91に対して 90° より大きい角度をなすように形成されている。これにより、光検出器載置面91は、平面導波路型光回路1の上面に対して角度 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$)で斜めとなっている。この角度 α は、反射フィルタ4からの反射光の光路を参照して設定される。

図13に示した構成例では、光検出器アレイ85の光検出器 86_n として表面入射型のフォトダイオードが用いられており、サブマウント基板90とは反対側で光検出器 86_n の受光部87が設けられている光検出器アレイ85の表面が、反射フィルタ4からの反射光に対する光入射面88となっている。そして、光検出器載置面91と平面導波路型光回路1の上面とがなす角度 α は、図13に示すように、反射フィルタ4からの反射光が光検出器 86_n の光入射面88に対して所定角度(図13中に示す角度 ϕ)で入射されるように設定されている。

また、光検出器 86_n の光入射面88には、光導波路 2_n を伝送されている信号光の波長帯域に対応する所定の波長帯域内にある光の反射を防止するコート膜で

ある反射防止コート（ARコート）が設けられている。

図14A及び図14Bは、図13に示した光導波路モジュールにおけるサブマウント基板90及び光検出器アレイ85の構成を示す（A）下流側からみた側面図、及び（B）上面図である。

5 本実施形態においては、図13、図14A及び図14Bに示すように、光検出器載置面91と隣接するとともに、基板固定面92及び平面導波路型光回路1の上面に対して平行なサブマウント基板90の上面が、配線面93となっている。そして、この配線面93上、及び光検出器アレイ85が載置されている光検出器載置面91上には、光検出器載置面91から配線面93へと伸びる（図13参照）
10 8本の配線95₁～95₈が設けられている。

これらの配線95₁～95₈のそれぞれは、図14Aに示すように、光検出器アレイ85の8個の光検出器86₁～86₈での対応する光検出器に対して電氣的に接続されている。これにより、配線95_n（n=1～8）は、光検出器86_nからの光検出信号を読み出すための信号ラインとして用いることが可能な構成とな
15 っている。

本実施形態の光導波路モジュールの効果について説明する。

図13、図14A及び図14Bに示した光導波路モジュールにおいては、図1及び図2に示した光導波路モジュールの構成に加えて、光検出器アレイ85を載置するサブマウント基板90上に、光検出器86₁～86₈からの光検出信号を読み出すための立体的な配線95₁～95₈を設けている。
20

通常、光検出器であるフォトダイオードからの光検出信号を読み出すには、フォトダイオードのアノード電極と、配線基板やリードフレームなどに設けられた対応する配線との間でワイヤリングを行って、電極及び配線を電氣的に接続する必要がある。ここで、図1及び図2に示した光導波路モジュールのように光検出器アレイが平面導波路型光回路に対して斜めに設置されていると、光検出器アレイの電極が設けられている表面が、平面導波路型光回路に平行な配線基板等の配
25

線面に対して斜めとなる。このとき、電極及び配線の間のワイヤリングが困難になる場合がある。

これに対して、本実施形態の光導波路モジュールでは、平面導波路型光回路 1 の上面に対して平行なサブマウント基板 9 0 の上面を配線面 9 3 とし、光検出器
5 載置面 9 1 から配線面 9 3 へと伸びる光検出器 8 6₁～8 6₈からの光検出信号
読み出し用の配線 9 5₁～9 5₈を設けている。

このような構成によれば、配線 9 5_nの光検出器載置面 9 1 上の配線部分を光
検出器 8 6_nとの接続に用いるとともに、配線基板等に平行な配線面 9 3 上の配
線部分を外部配線とのワイヤリングに用いることができる。これにより、フォト
10 ダイオードのアノード電極と、配線基板やリードフレームなどに設けられた対応
する配線との間などでのワイヤリングを良好に行うことが可能となる。また、そ
の製造時において、ワイヤボンディングなどの作業が容易となる。

本発明による光導波路モジュールは、上記した実施形態に限られるものではな
く、様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態では、光回路として平面導
15 波路型光回路を用いている。この光回路としては、上記したように、平面導波路
型光回路に限らず、その一部または全部の光回路部分が光ファイバを用いて構成
された光回路を用いることも可能である。

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、それぞれ光導波路モジュールの断面構造を、光導波
路の光軸に垂直な方向に沿って示す断面図である。図 1 5 A は、光導波路として
20 平面導波路型の光導波路を用いた場合における光回路の断面構造を示している。
これは、図 1 及び図 2 に示した光導波路モジュールの光軸に垂直な断面構造に相
当している。また、図 1 5 B は、光導波路として平面導波路型の光導波路にか
えて光ファイバを用いた場合における光回路の断面構造を示している。

図 1 5 A に示す光回路は、図 2 に関して上述したように、下部クラッド 2 2、
25 コア 2 0、及び上部クラッド 2 1 が基板 1 0 上に形成された平面導波路型の光導
波路によって構成される。

一方、図 1 5 B に示す光回路では、基板 1 0 の上面側に、光ファイバ配列部材として機能する V 溝 1 5 が、互いに平行かつ等間隔に形成される。そして、この複数の V 溝 1 5 のそれぞれに、コア及びクラッドからなる光ファイバ 2 5 が固定されることによって、基板 1 0 上に光導波路である光ファイバ 2 5 が設けられた光回路が構成される。また、本構成例においては、V 溝 1 5 に配置された光ファイバ 2 5 を固定するため、基板 1 0 の上面及び光ファイバ 2 5 を覆うファイバ固定用樹脂 2 6 が設けられている。

このように、反射フィルタを挿入するための溝が形成される光回路としては、図 1 5 A に示したように、光導波路として平面導波路型の光導波路を用いて構成された光回路に限らず、図 1 5 B に示したように、光導波路として光ファイバを用いて構成された光回路を用いることも可能である。

また、図 1 1 及び図 1 2 に示した実施形態では、裏面入射型の光検出器アレイ 8 0 を用い、その下流側側面の一部を角度 β で斜めに形成して光入射面 8 3 とする構成を示している。このように、平面導波路型光回路の上面に対して光検出器アレイの光入射面を所定角度で斜めとする構成としては、上記構成、あるいは図 1 及び図 2 に示した載置部材を用いる構成以外にも、様々な構成が可能である。

図 1 6 は、光導波路モジュールの他の実施形態について、その光軸に沿った断面構造を示す断面図である。本実施形態による光導波路モジュールの構成は、光検出器アレイを除いて、図 1 2 に示した構成と同様である。

平面導波路型光回路 1 の上部クラッド 2 1 の上面側には、各光導波路 2_n にそれぞれ対応した光検出器 101_n ($n=1\sim 8$) を有する光検出器アレイ 1 0 0 が設置されている。光検出器アレイ 1 0 0 は、光導波路 2_n を伝送される信号光の一部が反射フィルタ 4 で反射された反射光がそれぞれ対応する光検出器 101_n の受光部 1 0 2 へと入射されるように、平面導波路型光回路 1 の上面上に配置されている。

図 1 6 に示した構成例では、光検出器アレイ 1 0 0 の光検出器 101_n として

表面入射型のフォトダイオードが用いられており、光検出器 101_n の受光部 102 が設けられている光検出器アレイ 100 の表面が、反射フィルタ 4 からの反射光に対する光入射面 103 となっている。

光検出器アレイ 100 は、光入射面 103 と隣接する面である検出器固定面 104 を介して、平面導波路型光回路 1 の上面に固定されている。また、検出器固定面 104 は、光入射面 103 に対して 90° より大きい角度をなすように形成されている。これにより、光入射面 103 は、平面導波路型光回路 1 の上面に対して、角度 β ($0^\circ < \beta < 90^\circ$) で斜めとなっている。角度 β は、図 16 に示すように、反射フィルタ 4 からの反射光が光検出器 101_n の光入射面 103 に対して所定の角度 ϕ で入射されるように設定されている。

このような構成においても、図 1 及び図 2 に示した構成、あるいは図 11 及び図 12 に示した構成と同様に、光入射面 103 を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器 101_n での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定とすることができる。なお、図 16 に示す構成は、光検出器アレイとして裏面入射型のものを用いた場合にも適用可能である。

また、上記した各実施形態では、平面導波路型光回路での光導波路として N 本 (N は複数、図 1 では 8 本) の光導波路を設けるとともに、光検出器として、N 本の光導波路にそれぞれ対応する N 個の光検出器を有する光検出器アレイを用いている。これにより、N 本の光導波路のそれぞれを伝送される N チャンネルの信号光の光強度を、信号光それぞれの偏波状態にかかわらず正しくモニタすることが可能となる。ただし、平面導波路型光回路での光導波路が 1 チャンネルの場合でも、同様に上記した光導波路モジュールの構成を適用することができる。

また、このように、光検出器として複数チャンネルのフォトダイオードを有する光検出器アレイが用いられる場合、光検出器アレイとしては様々な構成のものを用いて良い。

図 17 A 及び図 17 B は、光検出器アレイの第 1 の構成例を示す (A) 上面図

及び（Ｂ）側面断面図である。本構成例においては、それぞれ単一の受光部 1 1 1 を有するフォトダイオード 1 1 0 を複数個用意し、それらを相互に位置調整して設置することによってフォトダイオードアレイとしている。または、必要があれば、複数個のフォトダイオード 1 1 0 をそれぞれ個別にサブマウント 1 1 5 に
5 固定し、それらを相互に位置調整して設置することによってフォトダイオードアレイとしても良い。このような構成は、フォトダイオードの位置精度等がやや劣るものの、材料費が安価となるなどの利点がある。

図 1 8 A 及び図 1 8 B は、光検出器アレイの第 2 の構成例を示す（Ａ）上面図及び（Ｂ）側面断面図である。本構成例においては、それぞれ単一の受光部 1 2 1 を有するフォトダイオード 1 2 0 を複数個用意し、それらを相互に位置調整して同一のサブマウント 1 2 5 にあらかじめ固定することによってフォトダイオードアレイとしている。このような構成は、位置精度、作業性、材料費などの点で
10 バランスが良い。

図 1 9 A 及び図 1 9 B は、光検出器アレイの第 3 の構成例を示す（Ａ）上面図及び（Ｂ）側面断面図である。本構成例においては、複数の受光部 1 3 1 を有して一体に形成されたフォトダイオードアレイ 1 3 0 を用いている。または、必要があれば、フォトダイオードアレイ 1 3 0 をサブマウント 1 3 5 に固定したものを用いても良い。このような構成では、同一プロセスで製造されるために隣接するフォトダイオード間の間隔などの位置精度が高く、また、作業性が良いという
15 利点がある。

産業上の利用可能性

本発明による光導波路モジュールは、以上詳細に説明したように、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能な光導波路モジュールとして利用可能である。すなわち、光導波路を横切る斜めの溝の内側に設置された反射フィルタによって信号光の一部を反射して光強度のモニタに用いるとともに、
20 反射フィルタからの反射光を、光検出器の光入射面に対して所定角度で入射

させる構成の光導波路モジュールによれば、光回路の構成及び製造工程が簡単化される。また、光入射面を透過する光の偏波依存性が低減されるので、光検出器での反射光の受光感度を信号光の偏波状態によらず略一定とすることができる。これにより、信号光の偏波状態にかかわらず光強度を正しくモニタすることが可能となる。

このような光導波路モジュールは、光ファイバや平面導波路型の光導波路からなる光回路中に挿入される信号光強度モニタとして適用することが可能である。あるいは、光合波器、光分波器、光減衰器などの平面導波路型光回路の所定部位に設けることによって、光回路中で信号光強度をモニタする構成とすることも可能である。

請求の範囲

1. 基板、及び前記基板上に設けられた光導波路を含んで構成され、前記光導波路の所定部位を横切るように、前記光導波路の光軸に直交する垂直軸に対して所定の傾き角度 θ ($0^\circ < \theta$) で斜めに形成された溝を有する光回路と、

5 前記光回路の前記溝の内側に前記光導波路を伝送される信号光が通過する部位を含んで設置され、前記信号光の一部を所定の反射率によって反射する反射フィルタと、

前記反射フィルタによって前記信号光が反射された反射光を検出する光検出器とを備え、

10 前記光検出器は、その光入射面に対して前記反射光が所定角度で入射するように設置されていることを特徴とする光導波路モジュール。

2. 前記光回路は、前記基板上に前記光導波路として形成された平面導波路型の光導波路を含んで構成された平面導波路型光回路であることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

15 3. 前記光回路は、前記基板上に前記光導波路として固定された光ファイバを含んで構成された光回路であることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

4. 前記光回路の上面側に設置され、その光検出器載置面上に前記光検出器を載置する載置部材を備え、

20 前記載置部材は、前記光検出器の前記光入射面に対して前記反射光が所定角度で入射されるように、前記光検出器載置面を前記光回路の上面に対して角度 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) で斜めとして設置されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

25 5. 前記反射光の光路を、前記光検出器の前記光入射面に対して所定角度で入射される光路へと変更する光路変更手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

6. 前記光回路の上面側に設置され、その光検出器載置面上に前記光検出器を載置する載置部材を備え、

前記光路変更手段は、前記載置部材の所定の面上に形成された反射ミラーであることを特徴とする請求項 5 記載の光導波路モジュール。

5 7. 前記反射ミラーは、全反射ミラーであることを特徴とする請求項 6 記載の光導波路モジュール。

8. 前記光検出器は、前記光回路の上面上に載置されるとともに、
前記光検出器の前記光入射面は、前記反射光が所定角度で入射されるように、
前記光回路の上面に対して角度 β ($0^\circ < \beta < 90^\circ$) で斜めとされていること
10 を特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

9. 前記光検出器の受光部は、前記反射光の光路からみて前記光入射面に対して対向する位置に設けられていることを特徴とする請求項 8 記載の光導波路モジュール。

10. 前記光回路は、前記光導波路として、N 本 (N は複数) の光導波路を有するとともに、
15

前記光検出器として、前記 N 本の光導波路にそれぞれ対応する N 個の光検出器を有する光検出器アレイを備えることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。

11. 前記光検出器の前記光入射面に、所定の波長帯域内にある光の反射を防止するコート膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路モジュール。
20

图1

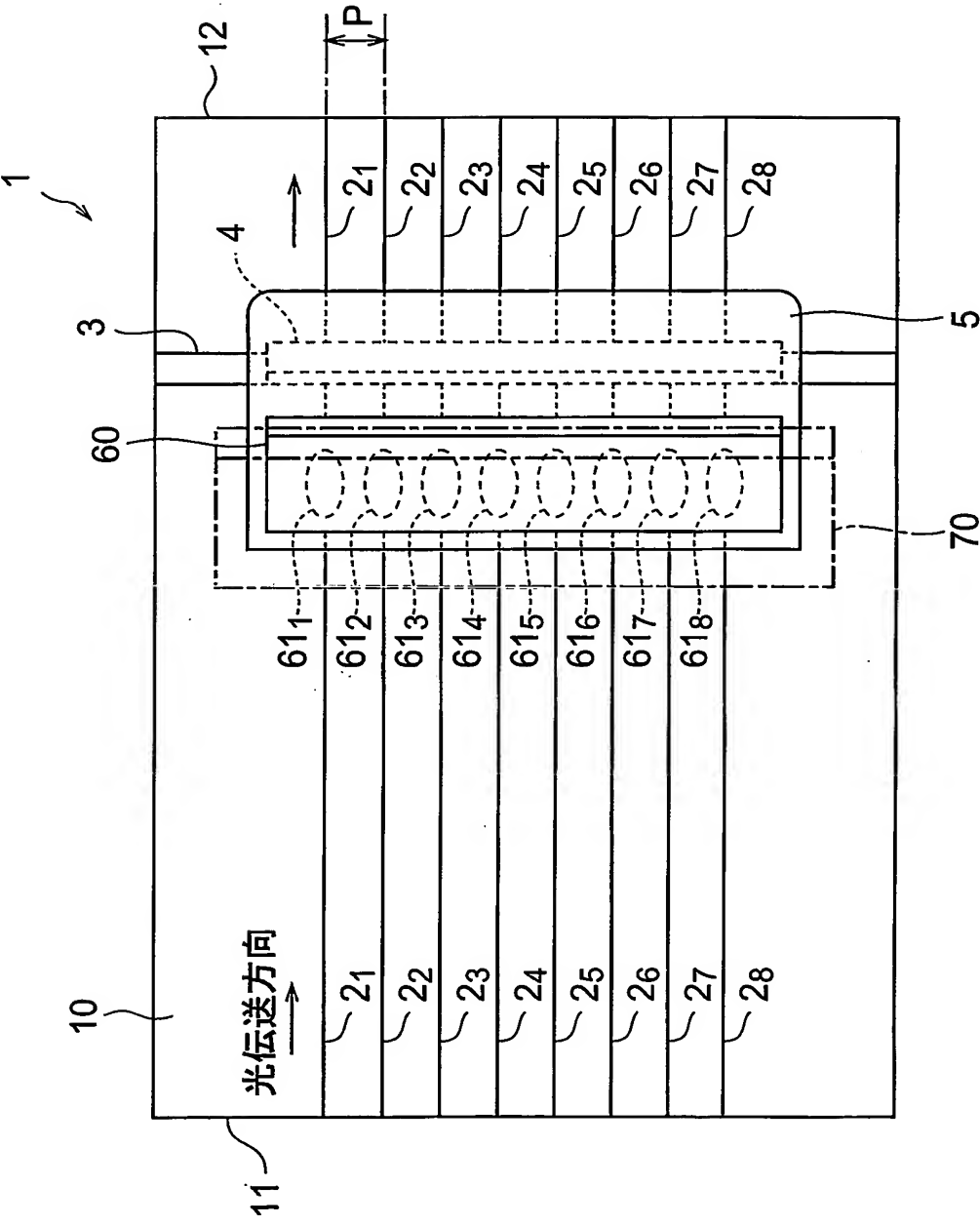
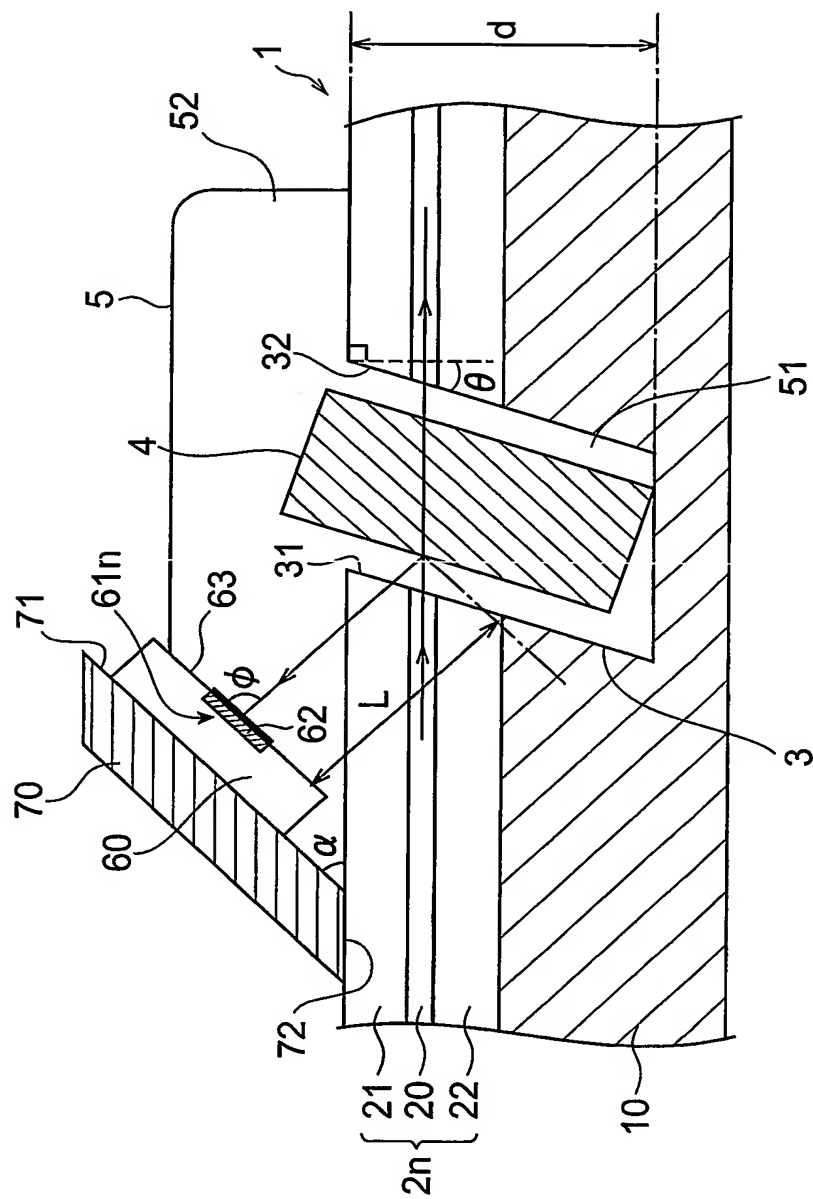


図2



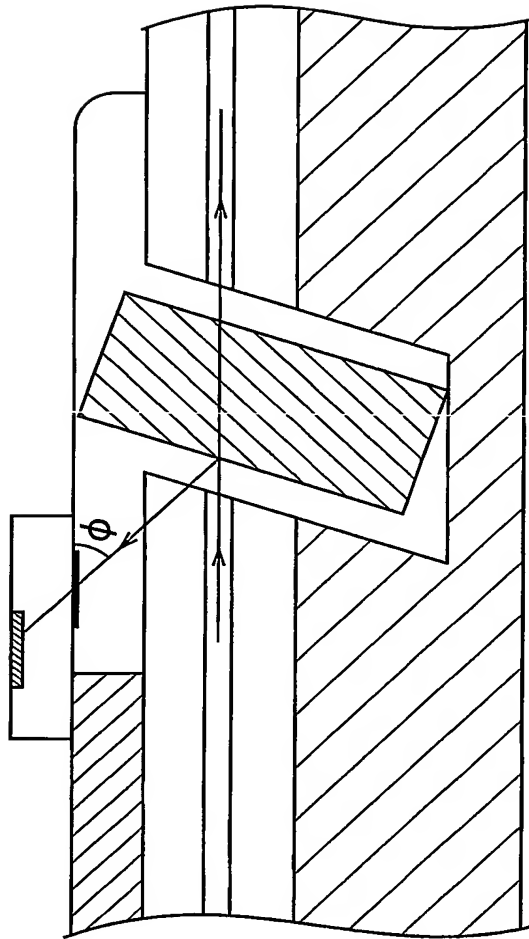


図3

図4A

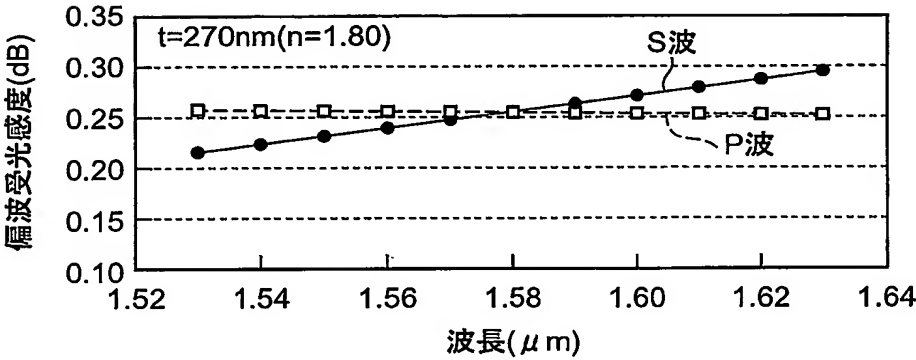


図4B

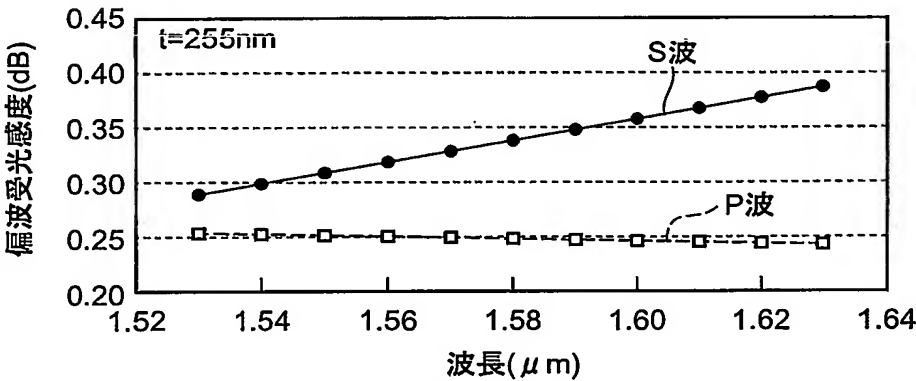


図4C

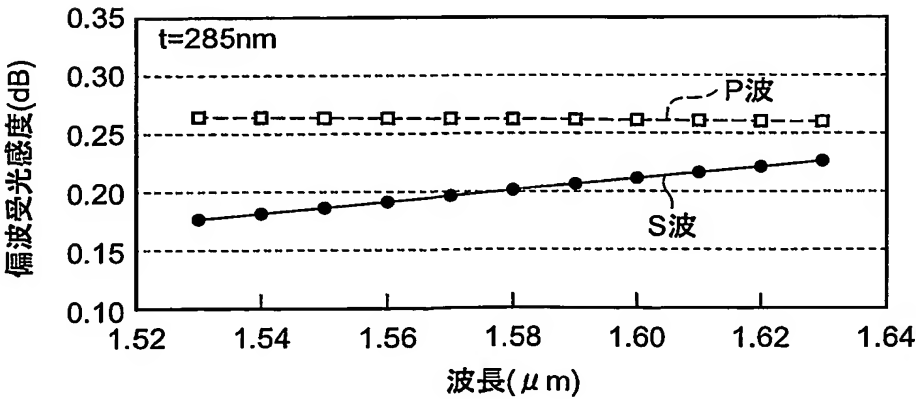


図5A

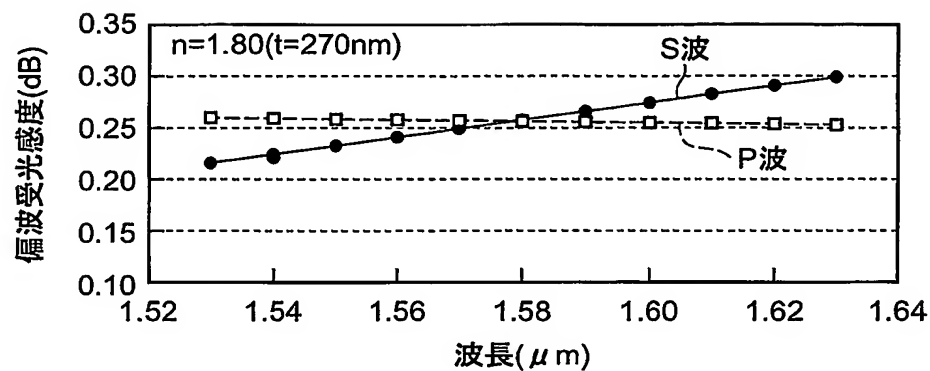


図5B

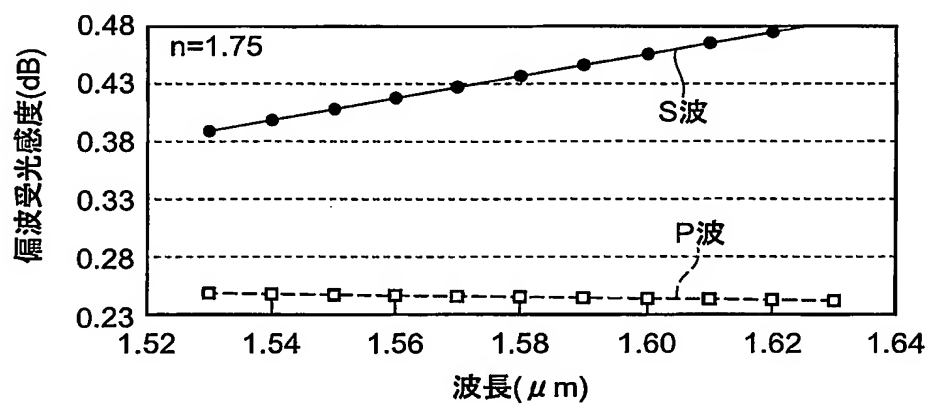


図5C

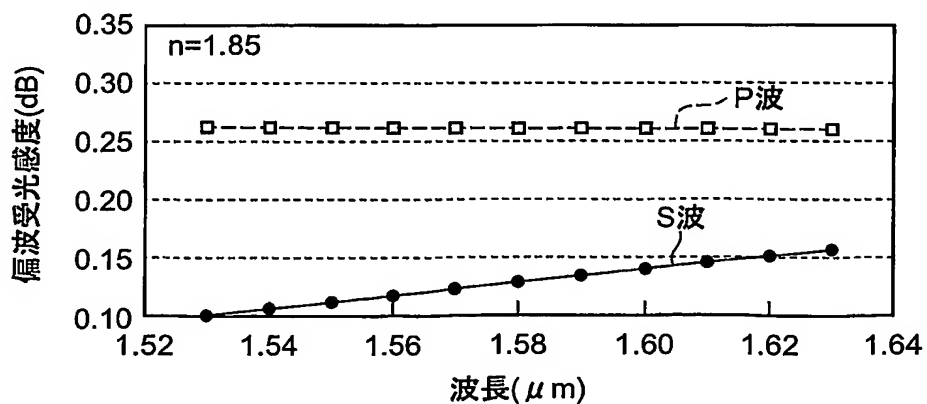


図6A

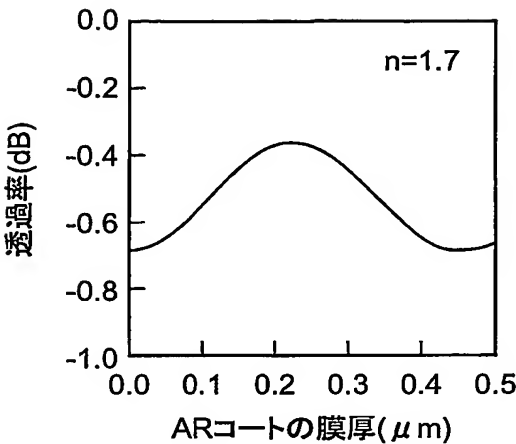


図6B

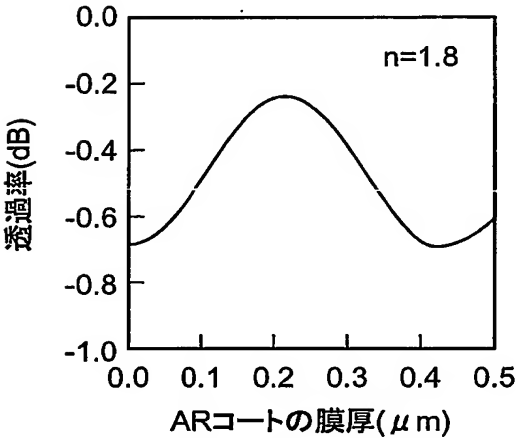


図6C

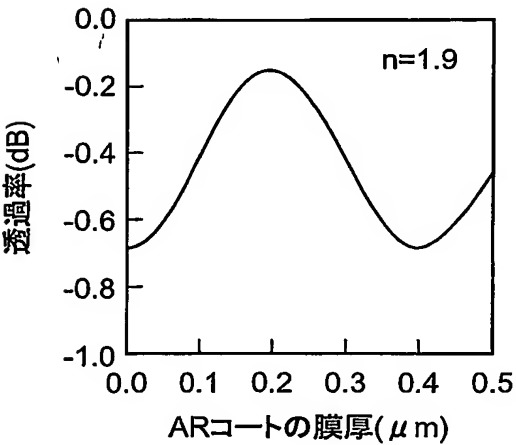


図7A

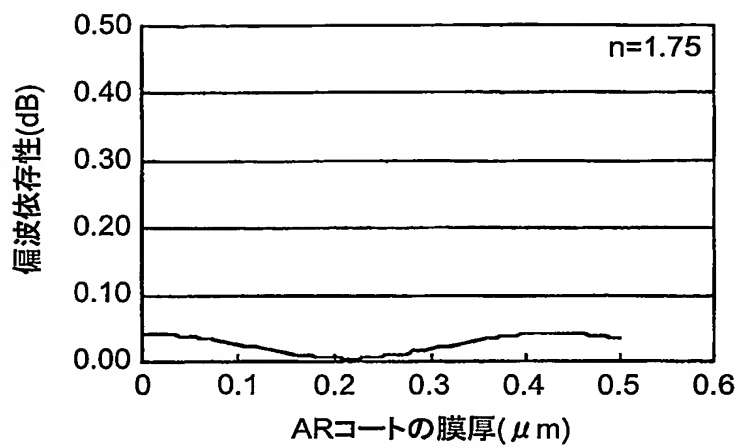


図7B

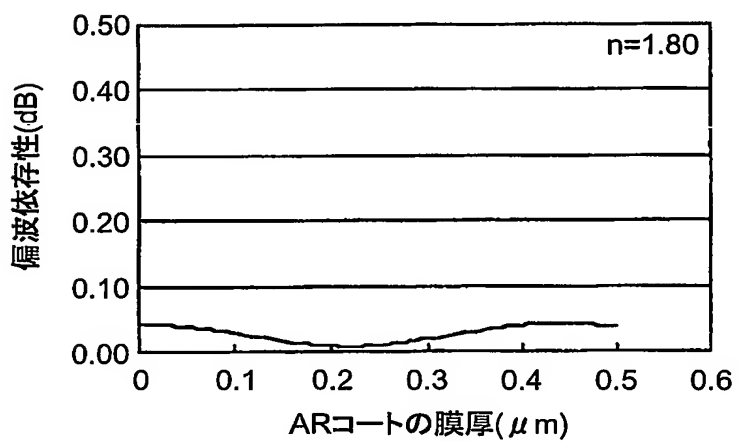
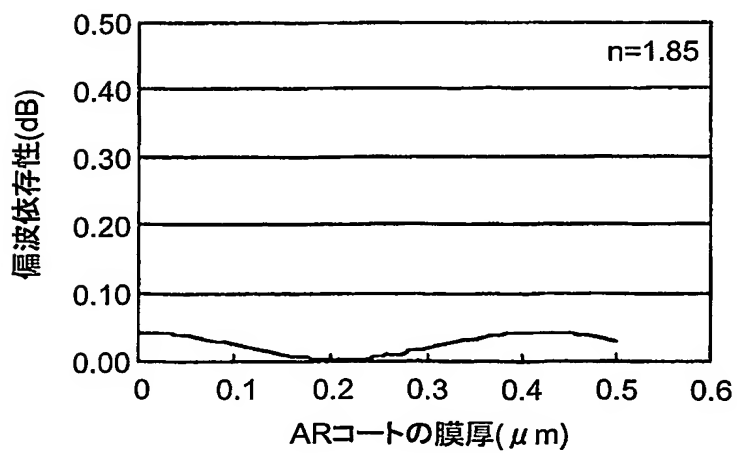
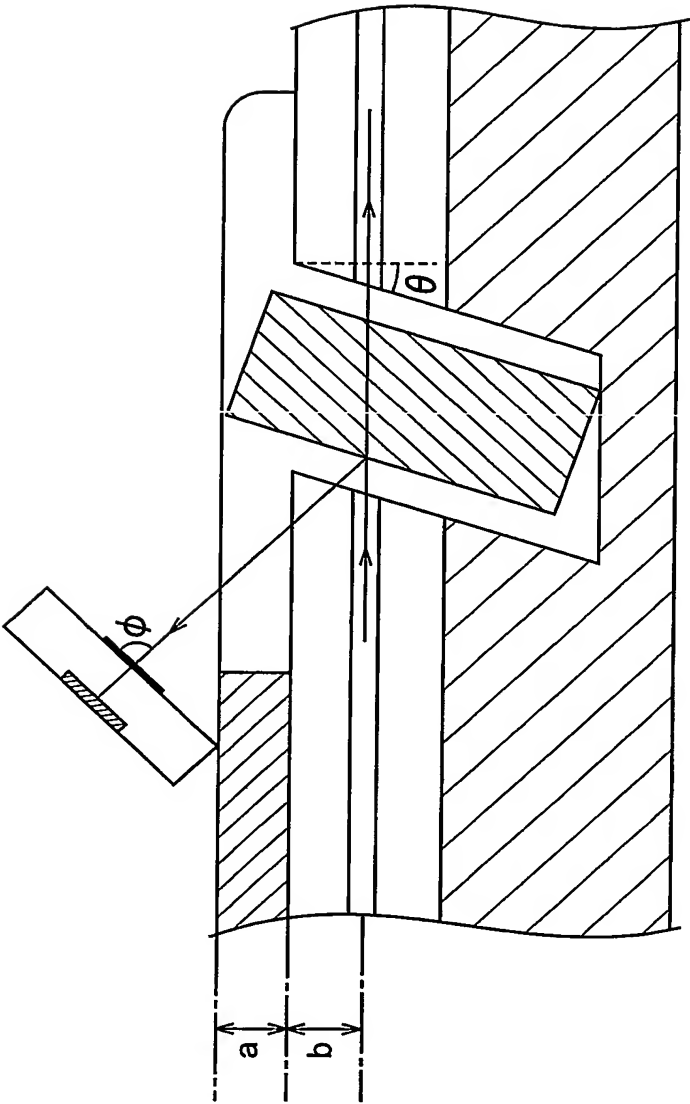


図7C





8/8

図9

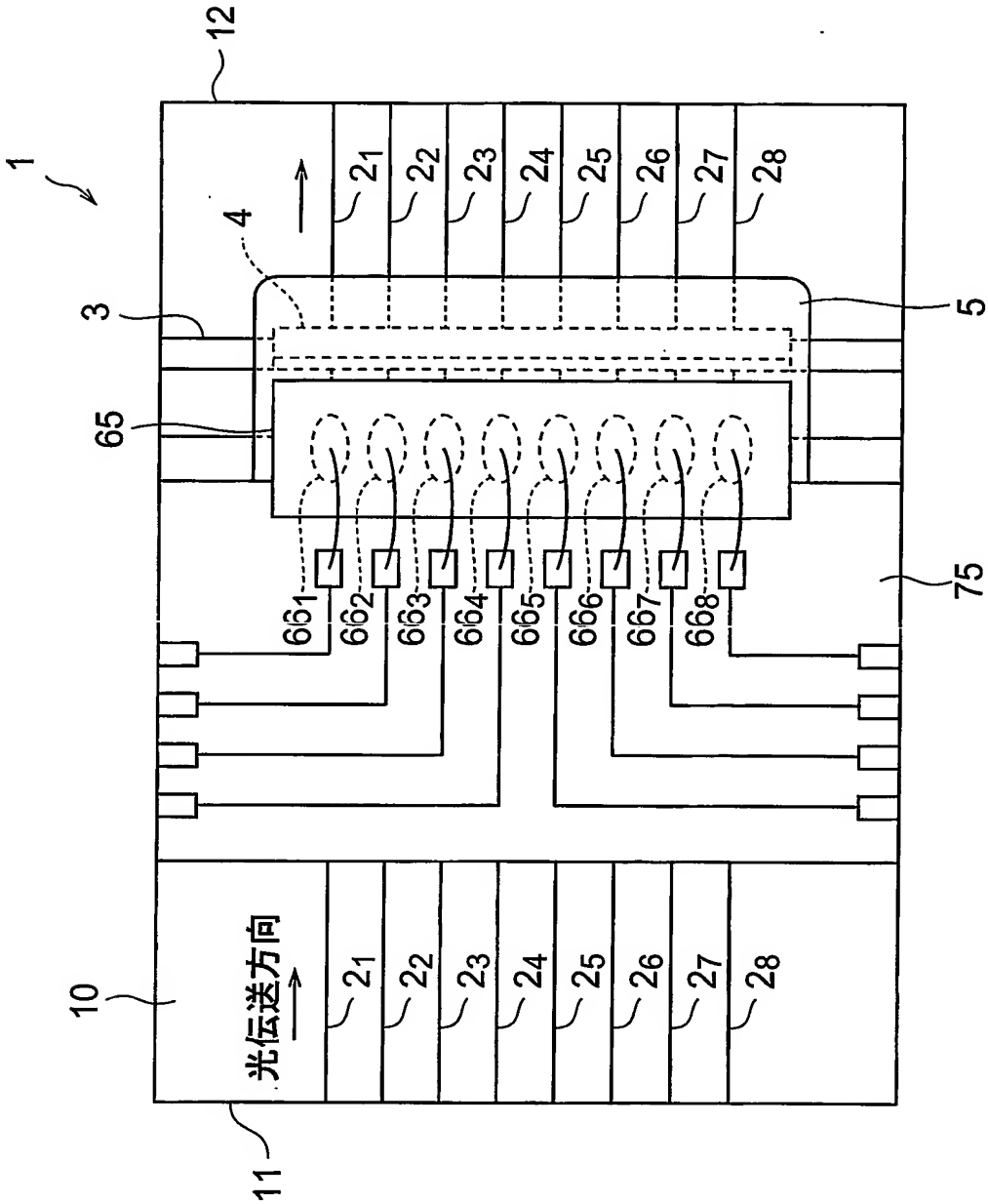


図10

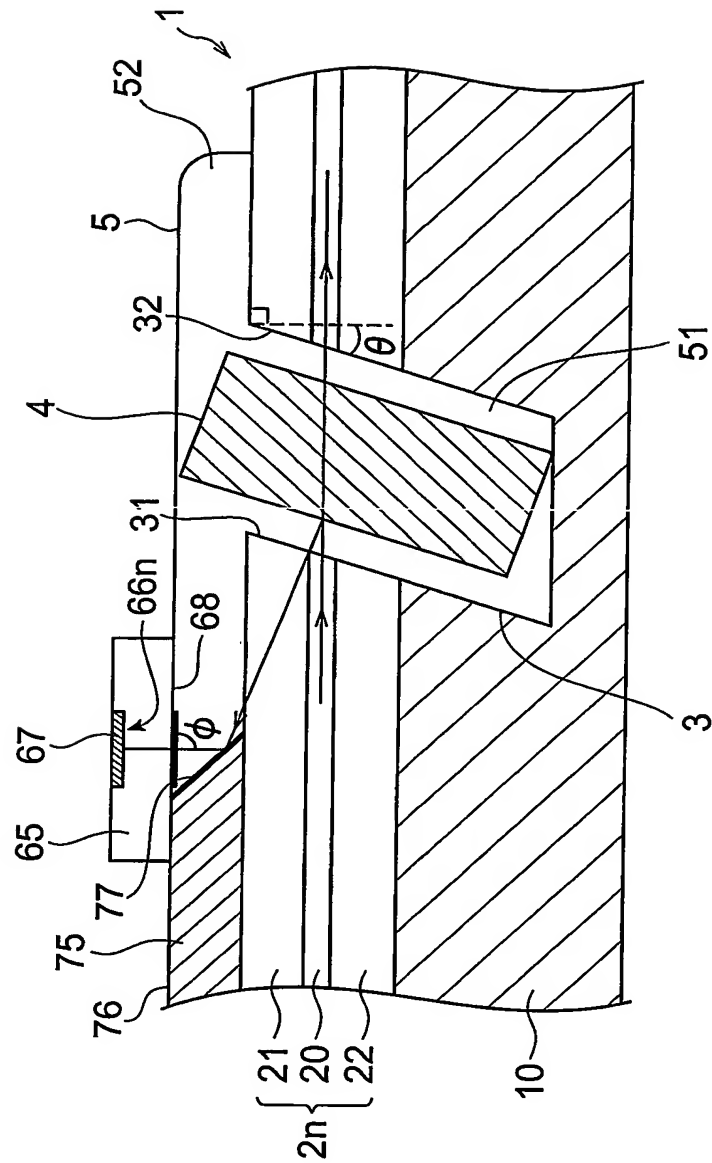


图11

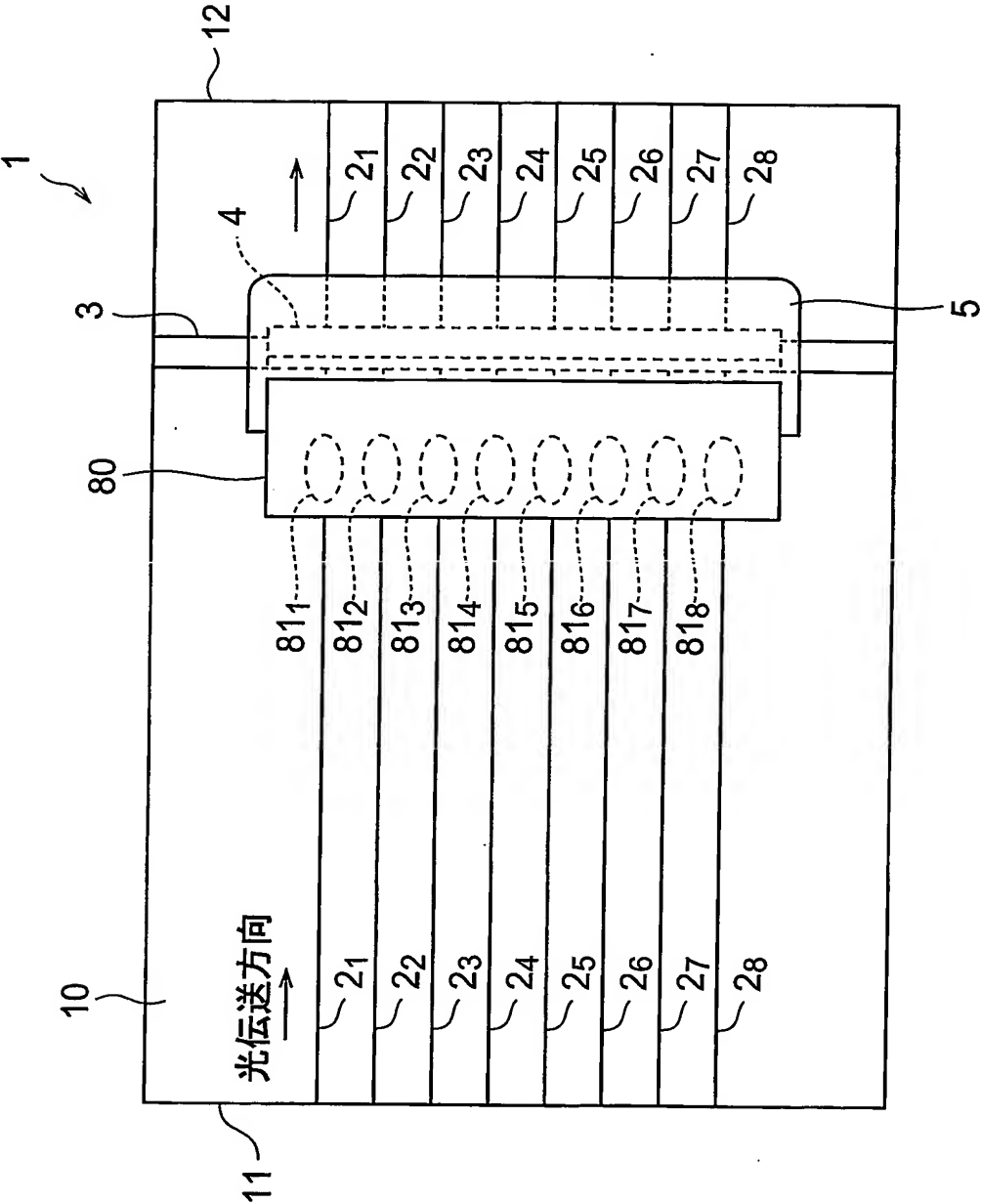


図12

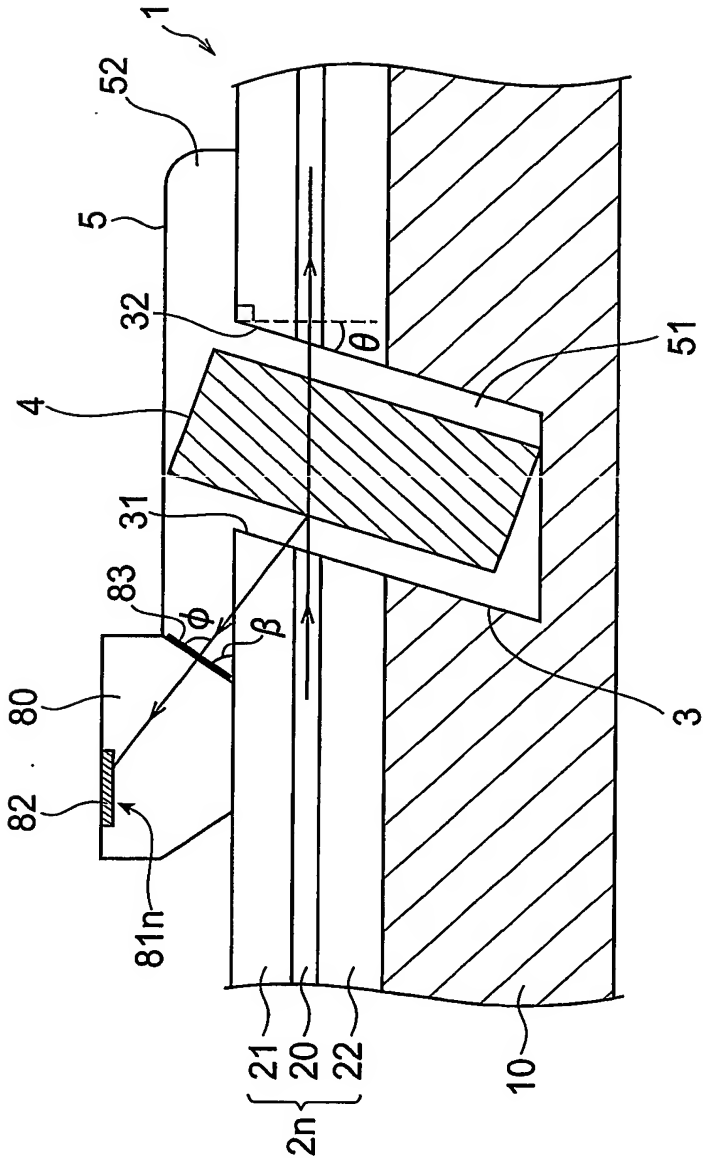


図13

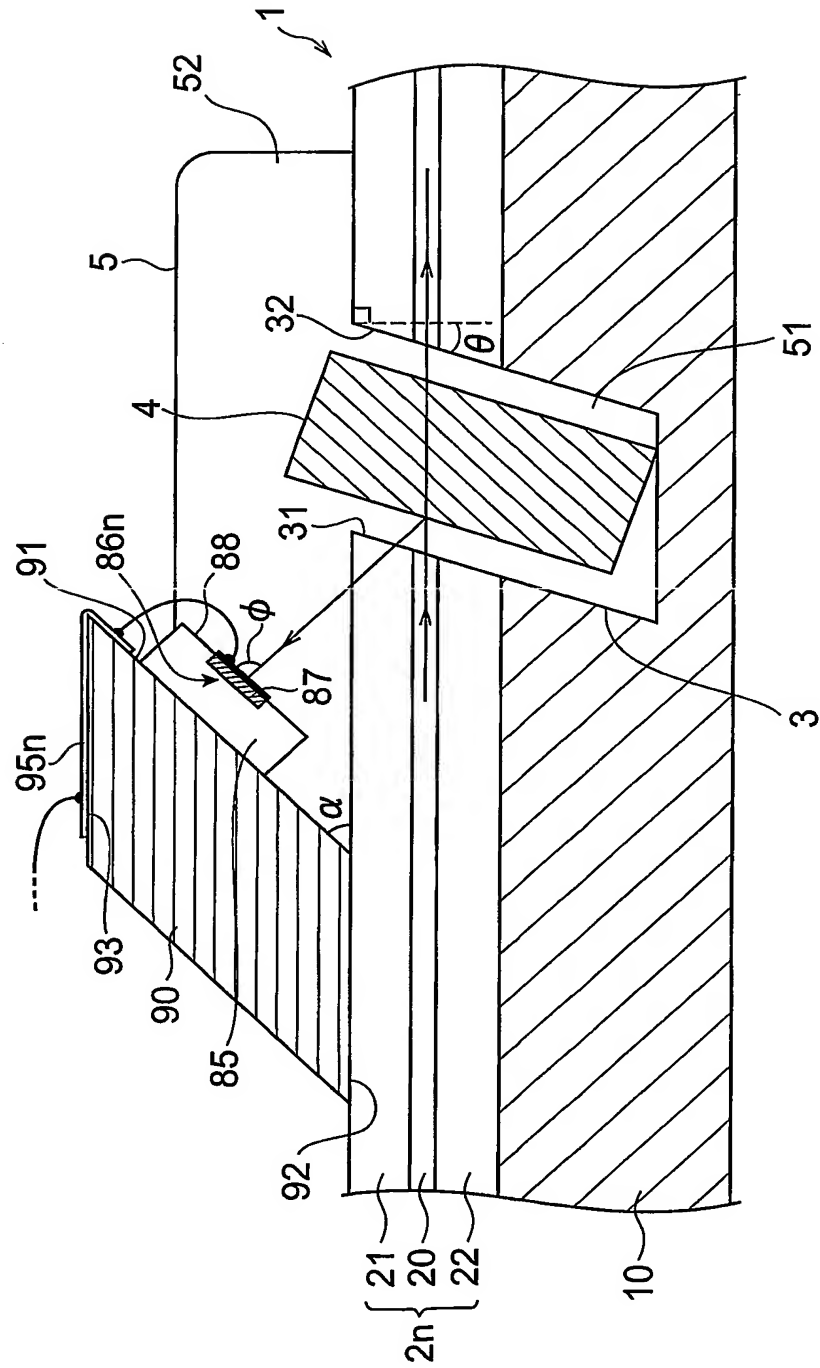


図14A

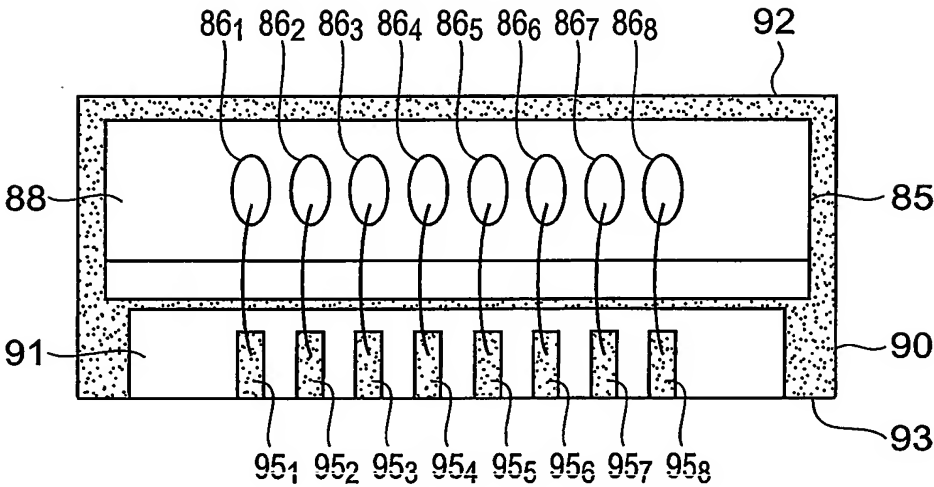


図14B

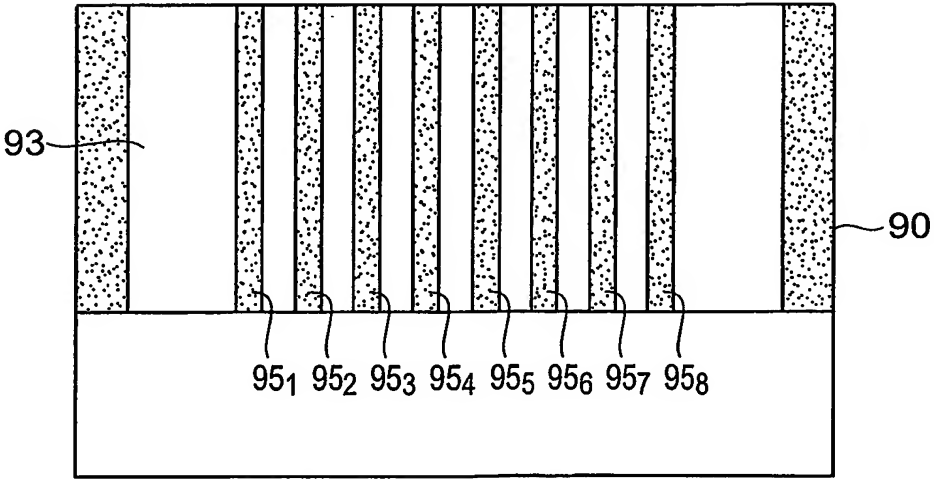


図15A

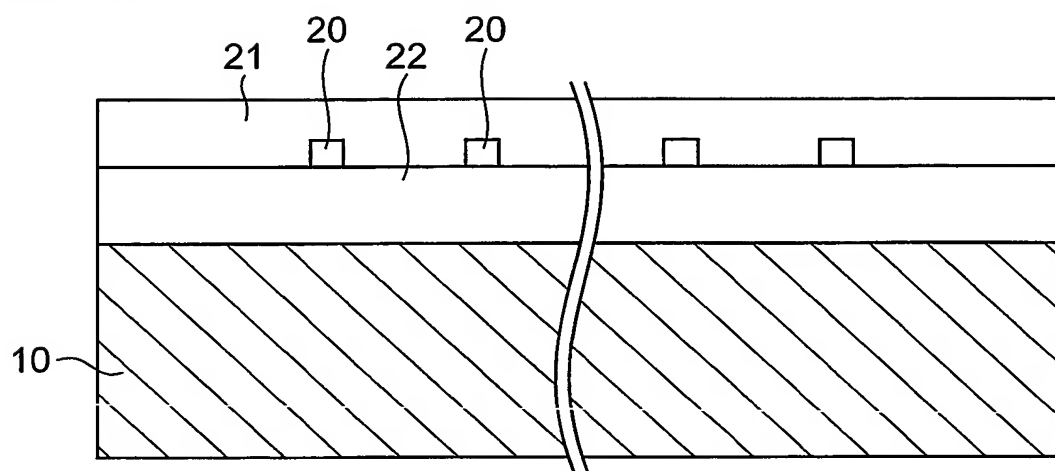
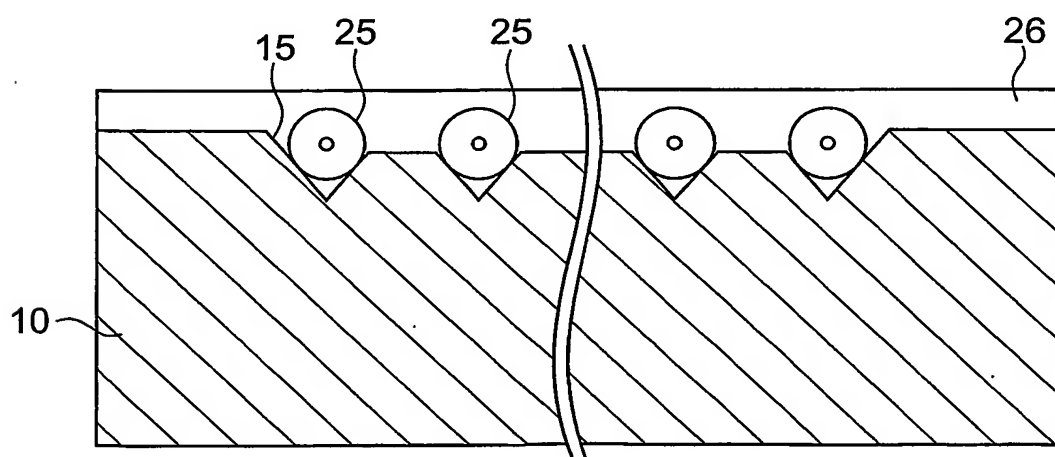
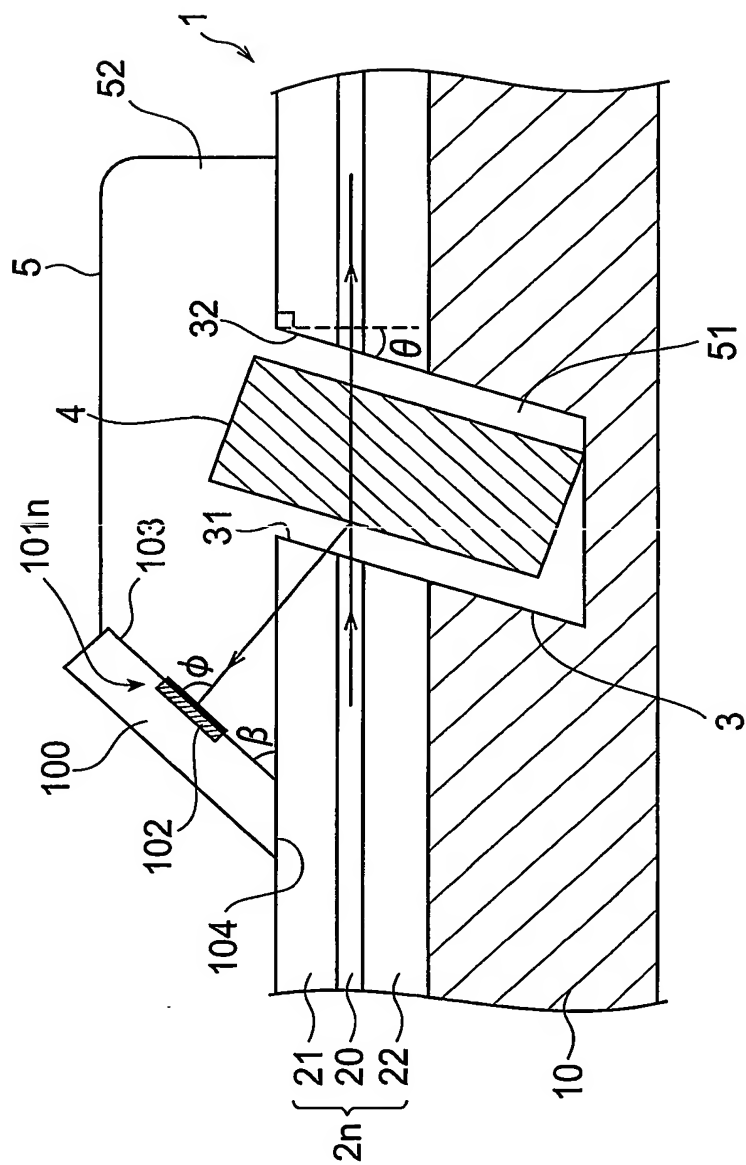


図15B





16

図17A

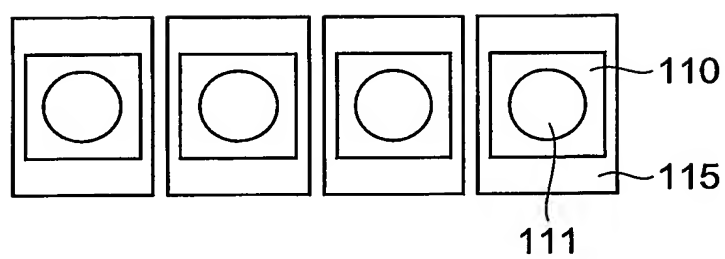


図17B

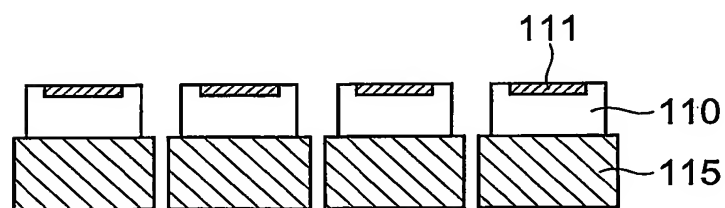


図18A

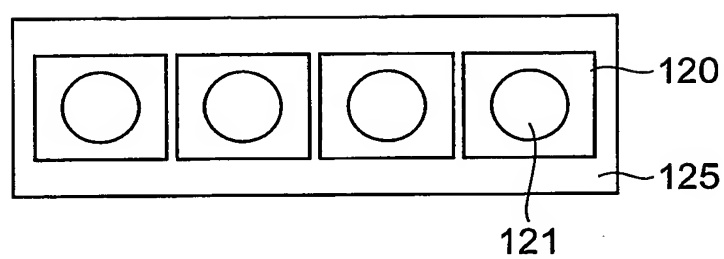


図18B

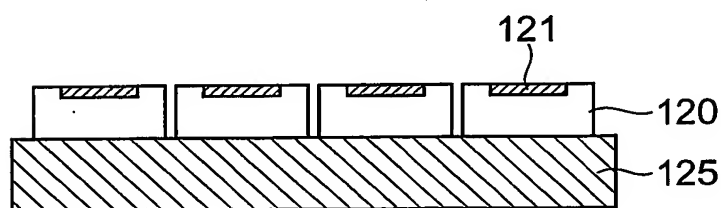


図19A

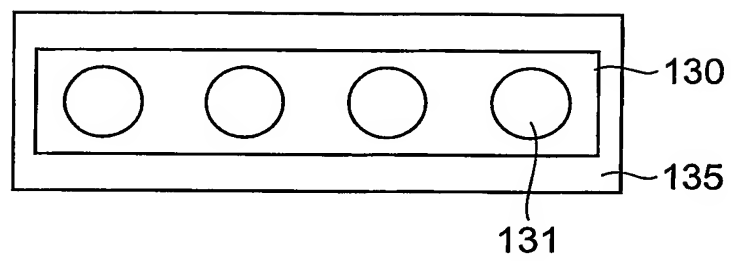
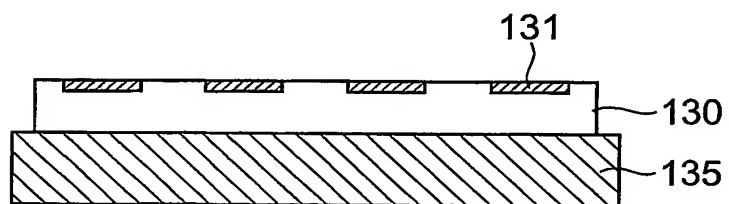


図19B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00289

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ G02B6/43

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ G02B6/42-6/43

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | JP 2000-347050 A (NHK Spring Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Par. Nos. [0011], [0018]; Fig. 3 (Family: none) | 1-3 |
| X | SASAKI T. et al., "Multi-Channel Power Level Monitor with Upward-Reflector and Sensor-Array Integrated in Planar Lightwave Circuit", Optical Fiber Communication Conference (2001), p.WB6.1-WB6.3 | 1-3, 10-11 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 May, 2003 (09.05.03)

Date of mailing of the international search report
27 May, 2003 (27.05.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00289

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

This international application includes the following inventions that do not fulfill the requirement of unity of invention;

First invention: claims 1-3, 10-11

Second invention: claim 4

Third invention: claims 5-7

Fourth invention: claims 8-9

Our search on prior-art technologies has found that a matter in claims 1-3, 10-11 is disclosed in the following documents a, b, and therefore is not evidently novel;

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-3, 10-11

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

Document a: JP 2000-347050 A (NHK Spring Co., Ltd.), 2000. 12. 15, [0011], [0018], Fig. 3 (no family)

Document b: Sasaki T et. Al., 'Multi-Channel Power Level Monitor with Upward-Reflector and Sensor-

Array Integrated in Planar Lightwave Circuit ', Optical Fiber Communication Conference

(2001) p. WB6.1-WB6.3.

Consequently the invention (first invention) in claims 1-3, 10-11 is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since it makes no contribution over the prior art.

The special technical feature of the invention (second invention) in claim 4 is that an optical detector-mounting member is installed tilted with respect to the top surface of an optical circuit.

The special technical feature of the invention (third invention) in claims 5-7 involves providing an optical path changing means for changing the optical path of a reflection light.

The special technical feature of the invention (fourth invention) in claims 8-9 is that an optical detector is placed on the top surface of an optical circuit, and the light incident surface of the optical detector is tilted with respect to the top surface of the optical circuit.

There exists no feature common to the above second, third and fourth inventions that is considered to be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, and no technical relationship can be found.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

I n t . C l ⁷ G 0 2 B 6 / 4 3

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

I n t . C l ⁷ G 0 2 B 6 / 4 2 - 6 / 4 3

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公案 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| X | J P 2 0 0 0 - 3 4 7 0 5 0 A (日本発条株式会社) 2 0 0 0 . 1 2 . 1 5 , 【 0 0 1 1 】 , 【 0 0 1 8 】 , 図 3 (ファミリーなし) | 1-3 |
| X | Sasaki T et. al., 'Multi-Channel Power Level Monitor with Upward-Reflector and Sensor-Array Integrated in Planar Lightwave Circuit' Optical Fiber Communication Conference (2001) p. WB6.1-WB6.3 | 1-3, 10-11 |

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 5 . 0 3

国際調査報告の発送日

27.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 かづよ



2 K

9 5 1 2

電話番号 03-3581-1101 内線 6596

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (P C T 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

この国際出願は発明の単一性を満たさない以下の発明を含む；

第1発明：請求の範囲 1－3, 10－11

第2発明：請求の範囲 4

第3発明：請求の範囲 5－7

第4発明：請求の範囲 8－9

すなわち、先行技術調査を行った結果、請求の範囲 1－3, 10－11 に記載の事項は以下の文献 a、b に開示されているから、新規でないことが明らかとなった；
(第Ⅱ欄のつづきへ)

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1－3, 10－11

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

(第II欄のつづき)

文献a : JP 2000-347050 A (日本発条株式会社)

2000.12.15, 【0011】, 【0018】, 図3 (ファミリーなし)

文献b : Sasaki T et.al., 'Multi-Channel Power Level Monitor with Upward-Reflector and Sensor-Array Integrated in Planar Lightwave Circuit'
Optical Fiber Communication Conference (2001) p. WB6.1-WB6.3

したがって、請求の範囲1-3, 10-11に記載された発明(第1発明)は、先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

請求の範囲4に記載された発明(第2発明)の特別な技術的特徴は、光検出器を載置する載置部材が光回路の上面に対して斜めに設置されていることである。

請求の範囲5-7に記載された発明(第3発明)の特別な技術的特徴は、反射光の光路を変更する光路変更手段を備えることである。

請求の範囲8-9に記載された発明(第4発明)の特別な技術的特徴は、光検出器が光回路の上面上に載置されるとともに、光検出器の光入射面が光回路の上面に対して斜めであることである。

上記第2発明、第3発明、第4発明の間に、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる共通の特徴は存在せず、技術的な関連を見いだすことはできない。